

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа природных ресурсов
Технология геологической разведки
Отделение нефтегазового дела

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы	
Технология и техника сооружения поисково-оценочных скважин на коренные и россыпные месторождения алмазов (Республика Саха (Якутия))	

УДК 550.822.7:622.24-752:553.81(571.56)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
223В	Данилов Алексей Афанасьевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Шмурыгин В. А.			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Геолого-методическая часть»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Тимкин Т.В.	К. Г.-М. Н.		

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Пожарницкая О.В.	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Задорожная Т.А.	К.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Немирович-Данченко М.М.	д-ф-м.н.		

Томск 2018

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа	Инженерная школа природных ресурсов
Направление подготовки (специальность)	21.05.03 «Технология геологической разведки»
Уровень образования	Специалитет
Отделение	Нефтегазового дела
Период выполнения	Осенний / весенний семестр 2017/2018 учебного года

Форма представления работы:

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
 выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
------------------------------------------	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
	<i>Описание теоретической части проекта</i>	
	<i>Выполнение расчетной части проекта</i>	
	<i>Устранение недостатков проекта</i>	

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Шмурыгин Владимир Александрович	-		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Немирович- Данченко Михаил Михайлович	д-ф-м.н., профессор		

Инженерная школа природных ресурсов
Специальность – 21.05.03. «Технология геологической разведки»
Специализация – Технология и техника разведки месторождений полезных ископаемых
Отделение нефтегазового дела

Немирович-Данченко М.М..
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

В форме:

Студенту:

Группа	ФИО
223В	Данилов Алексей Афанасьевич

Тема работы:

<p align="center">Технология и техника сооружения поисково-оценочных скважин на коренные и россыпные месторождения алмазов (Республика Саха (Якутия))</p>	
<p>Утверждена приказом директора (дата, номер)</p>	

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Объект исследования: Экитское месторождение алмазов
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Технология и техника проведения буровых работ. 2. Вспомогательные и подсобные цеха. 3. Вибрации при алмазном бурении и методы борьбы с ней.
Перечень графического материала	<ol style="list-style-type: none"> 1. Геологическая карта. 2. Геологический разрез. 3. Геолого-технический наряд.

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
Геолого-методическая часть	Тимкин Тимофей Васильевич,
Социальная ответственность	Задорожная Татьяна Анатольевна.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Пожарницкая Ольга Вячеславовна.

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
-------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Шмурыгин Владимир Александрович	—		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
223В	Данилов Алексей Афанасьевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
223В	Данилов Алексей Афанасьевич

Школа	ИШПР	Отделение школы (НОЦ)	ОНД
Уровень образования	Специалитет	Направление/ специальность	Технология геологической разведки

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования и области его применения	<i>Рассматривается открытый участок Эекитского месторождения, которое протекает на территории Крайнего Севера.</i>
-----------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:	<i>Вредные производственные факторы и мероприятия по их устранению:</i> 1. Превышение уровня шума; 2. Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе; 3. Повышенная запыленность и загазованность рабочей зоны; 4. Повреждения в результате контакта с животными, насекомыми, пресмыкающимися <i>Опасные производственные факторы и мероприятия по их устранению:</i> 1. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования; 2. . Обрушение горных пород; 3. Электрический ток
2. Экологическая безопасность	<i>Воздействие на атмосферу. Воздействие на гидросферу. Воздействие на недра и лесные угодья. Мероприятия по охране природной среды</i>
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	<i>Перечень возможных ЧС и мероприятия по их предотвращению:</i> 1. Пожар на рабочем месте; 2. Мероприятия по предотвращению пожаров
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	<i>Специальные правовые нормы трудового законодательства. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
------------------------------------------------------	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Задорожная Т.А.	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
223В	Данилов Алексей Афанасьевич		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
223В	Данилов Алексей Афанасьевич

Школа	ИШПР	Отделение школы (НОЦ)	Нефтегазового дела
Уровень образования	специалитет	Направление/специальность	21.05.03 Технология геологической разведки

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
<i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Рассчитать сметную стоимость проектируемых геологоразведочных работ</i>
<i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Нормы расхода материалов, тарифные ставки заработной платы рабочих, нормы амортизационных отчислений, нормы времени на выполнение операций в ходе геологоразведочных работ</i>
<i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Ставка налога на прибыль 20 %; Страховые взносы 30%; Налог на добавленную стоимость 18%</i>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<i>Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)</i>	<i>Свод видов и объемов геологоразведочных работ</i>
<i>Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР</i>	<i>Расчет трудоемкости работ и сметной стоимости проектируемых работ</i>
<i>Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР</i>	<i>Нормы расходов материалов</i>
<i>Составление бюджета инженерного проекта (ИП)</i>	<i>Сформировать календарный план выполнения работ</i>
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	
<i>Отсутствует</i>	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
-------------------------------------------------------------	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Пожарницкая О.В.	К.Э. Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
223В	Данилов Алексей Афанасьевич		

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	12
1. ГЕОЛОГО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	13
1.1. Географо-экономические условия проведения работ	13
1.1.1. Административное положение объекта работ	13
1.1.2. Рельеф	15
1.1.3. Климат.....	15
1.1.4. Растительность. Животный мир	16
1.1.5. Гидросеть.....	16
1.1.6. Экономическая характеристика района работ	17
1.1.7. Пути сообщения	17
1.2. Обзор ранее проведенных геологоразведочных работ	17
1.3. Геологическая характеристика объекта геологоразведочных работ.....	23
1.3.1. Геолого-структурная характеристика	23
1.3.2. Стратиграфо-литологическая характеристика района работ	23
1.3.3. Интрузивные образования	26
1.3.4. Тектоника.....	26
1.4. Поисковые признаки	27
1.5. Методика проведения проектируемых геологоразведочных работ	30
1.5.1. Геологические задачи	30
1.5.2. Предполевой этап	30
1.5.3. Полевой этап	31
1.5.4. Оценка прогнозных ресурсов	35
1.6. Методика, объемы и условия проведения буровых разведочных работ	39
1.6.1. Геолого-технические условия бурения скважин. Свойства горных пород. Характеристика разреза	41
2. ТЕХНОЛОГИЯ И ТЕХНИКА ПРОВЕДЕНИЯ БУРОВЫХ РАБОТ	42
2.1. Буровые работы на предыдущих этапах разведки месторождения	42
2.2. Выбор способов бурения скважин.....	42
2.3. Разработка типовых конструкций скважин	43
2.3.1. Определение конечного диаметра скважин	44
2.3.2. Определение интервалов осложнений и выбор мероприятий по их предупреждению	45
2.4. Выбор буровой установки	46
2.4.1. Силовая установка	49

2.4.2.	Компрессор Atlas Copco XATS 156 Dd.....	50
2.4.3.	Выбор бурильных труб	52
2.5.	Выбор технологического бурового инструмента и расчет технологических режимных параметров бурения.....	54
2.5.1.	Проходка горных пород	54
2.5.2.	Технологические режимы бурения твердосплавными ПРИ.....	55
2.6.	Реализация намеченных мероприятий по закреплению стенок скважин	59
2.7.	Проверочные расчеты бурового оборудования.....	61
2.7.1.	Проверочные расчеты мощности буровой установки.....	61
2.7.2.	Проверочные расчеты грузоподъемности мачты	64
2.7.3.	Проверочный расчет бурильных труб на прочность.....	66
2.8.	Разработка мероприятий по предупреждению аварий при бурении скважин	70
2.9.	Выбор источника энергии.....	72
2.10.	Механизация спуско-подъемных операций	73
2.11.	Использование буровой контрольно-измерительной аппаратуры (БКИА)	74
2.12.	Монтаж и демонтаж бурового и силового оборудования.....	75
2.13.	Ликвидация скважин	76
3.	СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	77
3.1.	Производственная безопасность	77
3.1.1.	Анализ вредных факторов и мероприятия по их устранению	78
3.1.2.	Анализ опасных факторов и мероприятия по их устранению	83
3.2.	Экологическая безопасность	84
3.3.	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	87
3.4.	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	89
3.4.1.	Специальные правовые нормы трудового законодательства.....	89
4.	ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ И ПОДСОБНЫЕ ЦЕХИ	90
4.1.	Организация ремонтной службы	90
4.2.	Организация энергоснабжения	90
4.3.	Организация водоснабжения.....	91
4.4.	Транспортный цех	91
4.5.	Связь и диспетчерская служба	91
5.	СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ. ВИБРАЦИИ ПРИ АЛМАЗНОМ БУРЕНИИ И МЕТОДЫ БОРЬБЫ С НЕЙ.....	93
5.1.	Вибрации	93
5.2.	Причины вибраций и их влияние на технологический процесс алмазного бурения.....	93

5.3.	Методы борьбы с вибрацией	95
5.3.1.	Конструкции и материалы демпферов	98
5.3.2.	Тарельчатые пружины.....	98
5.3.3.	Клинчатые пружины.....	99
5.3.4.	Виброгасители для гашения поперечных и крутильных колебаний	100
5.3.5.	Антивибрационные смазки	102
5.4.	Вывод.....	104
6.	ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	106
6.1.	Организационно-экономическая характеристика предприятия	106
6.2.	Технико-экономическое обоснование выполнения проектируемых работ	107
6.2.1.	Технический план	107
6.2.2.	Расчет затрат времени, труда по видам работ.....	108
6.2.3.	Расчет производительности труда, количества бригад (отрядов, групп и т. д.), продолжительности выполнения отдельных работ	114
6.3.	Расчет сметной стоимости работ	115
6.3.1.	Сметно-финансовый расчет затрат	115
6.3.2.	Общая сметная стоимость геологоразведочных работ	116
6.4.	Организация, планирование и управление буровыми работами	118
6.4.1.	Финансовый план.....	119
6.4.2.	Стимулирование труда	119
6.4.3.	Стратегия развития предприятия	120
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	121
	СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	122

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 123 страниц, 23 таблицы, 45 формул, 14 рисунков, 23 источников.

Ключевые слова: бурение скважин, буровая установка, технология и техника бурения, ПБУ-2, вибрации при алмазном бурении, Эекитское месторождение.

Объектом исследования является Эекитское месторождение алмазов (Республика Саха (Якутия)).

Цель работы: создание проекта сооружения скважин при проведении поисково-оценочных работ на Эекитском месторождении (Республика Саха (Якутия)).

В процессе проектирования проводились: выбор бурового оборудования; поверочный расчет выбранного оборудования; расчет режимных параметров; анализ вредных и опасных факторов при проведении геологоразведочных работ и меры по их предупреждению; выбор вспомогательного оборудования и организации работ; сметно-финансовый расчет.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Office Word 2013, графический материал выполнен в программе CorelDRAW X6, таблицы и диаграммы составлены в программе Microsoft Office Excel 2013.

ABSTRACT

The final qualifying work contains 123 pages, 23 tables, 45 formulas, 14 drawings, 23 sources.

Key words: well drilling, drilling rig, drilling technology and technology, PBU-2, vibration during diamond drilling, Eekitskoye deposit.

The object of the study is the Eekitskoye deposit of diamond (Republic of Sakha (Yakutia)).

The purpose of the work: the creation of a project to build wells in the conduct of prospecting and assessment work in the the Eekitskoye deposit of diamond (Republic of Sakha (Yakutia)).

During the design process, the following were selected: selection of drilling equipment; Verification calculation of the selected equipment; Calculation of mode parameters; Analysis of harmful and dangerous factors in the conduct of geological exploration and measures to prevent them; The choice of auxiliary equipment and organization of work; Estimate and financial calculation.

Graduation qualification work was carried out in the text editor Microsoft Office Word 2013, the graphic material is made in the CorelDRAW X6 program, the tables and diagrams are made up of the program Microsoft Office Excel 2013.

ВВЕДЕНИЕ

Экитское месторождение находится в Булунском улусе Республики Саха (Якутия). В пределах исследуемой площади населенные пункты отсутствуют, районный центр п. Тикси расположен в 107 км северо-восточнее рамки площади. В 48 км к востоку от восточной границы расположены п. Кюсюр, а в 43 км – п. Сиктях.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка рациональной схемы выполнения поисковых работ на коренные и россыпные алмазы.

Актуальность данной работы выражается в расширении минерально-сырьевой базы России, разработки методики поисковой стадии геолого-разведочных работ, изучение вещественного состава руд Экитской площади.

Итогом проведения работ будет произведен подсчет прогнозных ресурсов коренных проявлений по категории Р3, и россыпных алмазов по категориям Р1 и Р2.

1. ГЕОЛОГО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

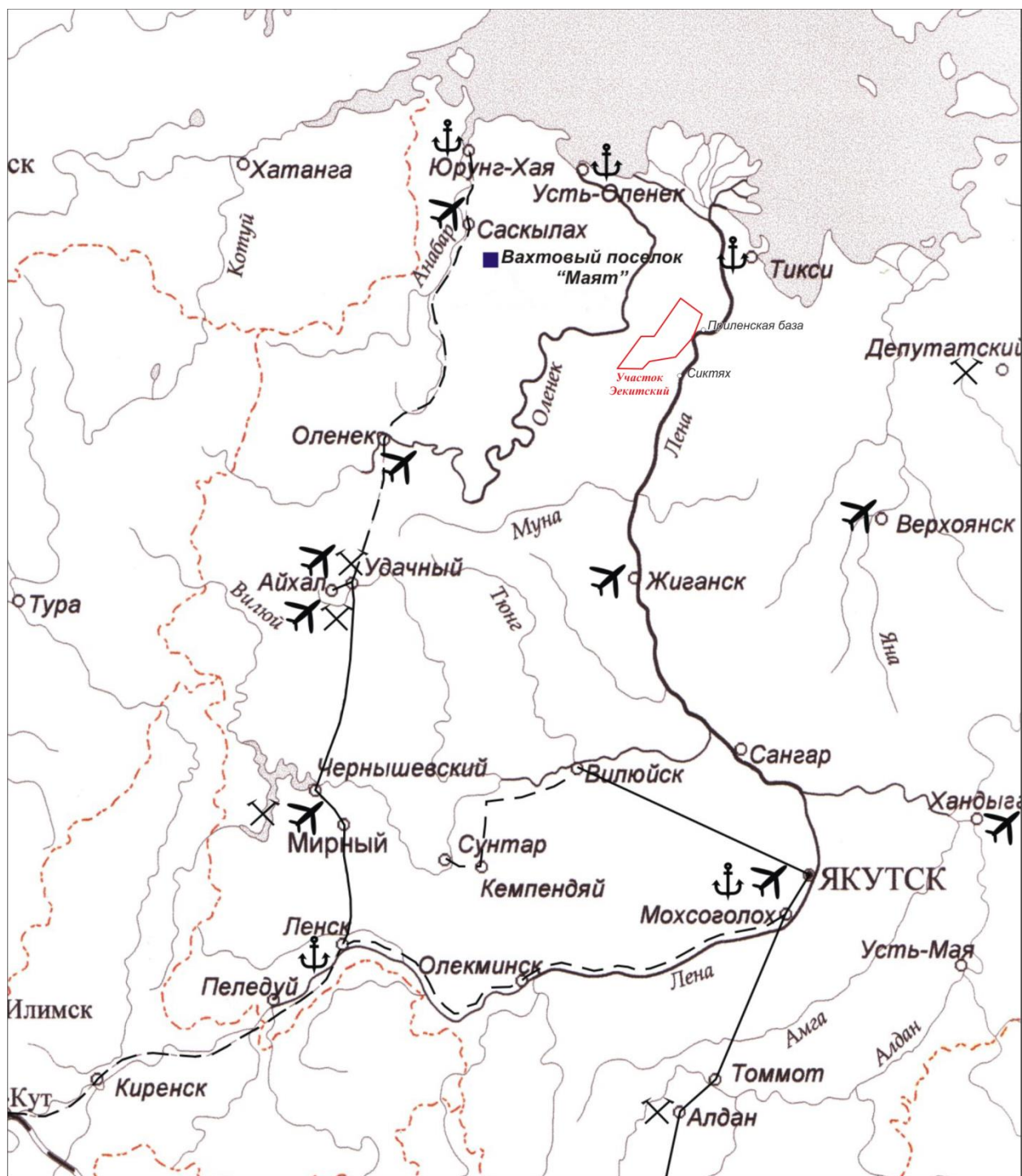
1.1. Географо-экономические условия проведения работ

1.1.1. Административное положение объекта работ

Вся территория проектируемых работ расположена за Северным полярным кругом, севернее 70° с. ш. Северная граница проектной площади проходит по междуречью рр. Келимьяр и Таас-Эекит, по широте 71°06', южная граница – от верховья р. Муогдан к р. Усунку, на широте 70°. Западная граница площади проходит по водоразделу рек Кютюнгде и Эекит, а восточная граница площади – по левобережью р. Лена. Гидросеть проектной площади относится большей частью к системам рр. Лена и Оленек. Площадь работ охватывает юго-западные отроги кряжа Чекановского (абс. отм. 450 м). Центральная часть площади работ расположена на восточной части плато Кыстык (г. Осор-Хаята, 355 м), а южная – на восточных отрогах возвышенности Бырая-Тас (абс. отм. 322 м).

Таблица 1.1.1.1 – Географические координаты площади

№ точек	Северная широта			Восточная долгота		
	град.	мин.	сек.	град.	мин.	сек.
1	70	00	05	122	17	17
2	70	31	00	123	23	00
3	70	31	00	124	00	00
4	71	06	30	125	18	30
5	70	51	00	126	18	00
6	70	29	00	125	49	00
7	70	11	00	125	00	00
8	70	07	00	123	47	00
9	70	00	08	123	26	49



Условные обозначения:



1 - Железнодорожные трассы; 2 - Грунтовые автодороги; 3 - Автозимники; 4 - Аэропорты; 5 Речные и морские порты; 6 - Горно-добывающие предприятия; 7 - Вахтовый поселок «Маят»

Рисунок 1.1.1.1 – Обзорная карта проектной Эекитской площади, масштаб 1:10000000

1.1.2. Рельеф

Район работ расположен в северо-восточной части Средне-Сибирского плоскогорья и в орографическом отношении представляет собой в различной степени расчлененное денудационное плато с глубоко врезанной эрозионной сетью, характеризующейся узкими выпуклыми междуречьями (правые притоки р. Оленек). По уровню сейсмичности территория спокойная. Оползни не характерны, карстовые явления имеются в долине р. Кютюнгде в поле развития карбонатно-соленосных отложений карбона.

1.1.3. Климат

Климат района резко континентальный, характеризуется резкими колебаниями температур в течение года, с продолжительной (7-8 месяцев) холодной зимой и коротким жарким летом. Зима отличается сильными устойчивыми морозами со среднемесячной температурой -21°C . Наиболее низкие температуры достигают -67°C и приходятся на декабрь. Устойчивый снежный покров образуется в конце сентября – начале октября, ледостав – в конце сентября. Мощность снежного покрова колеблется от 0,5–1,0 м на водоразделах до 1,5–2,0 м у траптовых уступов и в котловинах. Положительные среднемесячные температуры отмечаются всего в течение 4-х месяцев, с июня по сентябрь. Максимальные положительные температуры отмечаются в июле ($+36^{\circ}\text{C}$). Среднегодовое количество выпадаемых осадков не превышает 250–300 мм, из них на летний период приходится всего 100-150 мм.

Отрицательная среднегодовая температура -14°C обуславливает повсеместное распространение многолетней мерзлоты, мощность которой достигает 500–700 м. Сезонное оттаивание колеблется от 0,2 до 1,8 м и зависит от экспозиции склонов, растительного покрова и обводненности грунтов.

1.1.4. Растительность. Животный мир

Растительность района довольно однообразна и представлена, главным образом, даурской лиственницей, кустарником карликовой березы, ольхи, багульника.

Животный мир района разнообразен. Крупные хищники – волк, росомаха, медведь. Парнокопытные – лось, северный олень. Пушные звери – соболь, песец, горностай. Птицы – полярная сова, куропатки, гуси, утки. Рыбы – сиг, ленок, таймень, чир, хариус, налим, окунь, муксун, щука.

1.1.5. Гидросеть

Гидросеть принадлежит к бассейну р. Лена. Для всех рек района характерно наличие большого количества перекатов. Передвижение на лодках по крупным рекам возможно в период большой воды. Максимальный подъем воды (8–12 м) наблюдается в период весеннего паводка (в середине июня). Летом все реки сильно мелеют. Реки вскрываются в конце мая – начале июня, замерзают в конце сентября – начале октября. Озера в районе имеют незначительное распространение, подразделяются на старичные и термокарстовые, с размерами от нескольких десятков метров до 500–600 м.

Реки и озера в районе являются единственными источниками водоснабжения. Вода характеризуется крайне низкой минерализацией и может быть использована для бытового и технического водоснабжения.

1.1.6. Экономическая характеристика района работ

В административном отношении территория относится к Булунскому улусу Республики Саха (Якутия) (рисунок – 1.1). В пределах исследуемой площади населенные пункты отсутствуют, районный центр п. Тикси расположен в 107 км северо-восточнее рамки площади. В 48 км к востоку от восточной границы расположены п. Кюсюр, а в 43 км – п. Сиктях.

1.1.7. Пути сообщения

В п. Тикси есть аэропорт, принимающий самолеты всех типов, морской порт. В пп. Кюсюр и Сиктях взлетно-посадочные полосы отсутствуют, а в летнее время связь обеспечивается только по р. Лена водным транспортом. База предприятия Джарджан расположена в 145 км от южной рамки площади [3].

1.2. Обзор ранее проведенных геологоразведочных работ

Территория проектируемых работ охватывает восточную часть Оленекского свода, и системные изучения были начаты в начале тридцатых годов прошлого века, когда в 1936 г. в низовьях р. Лена под руководством А. И. Гусева была выполнена геологическая съемка и разведка месторождения угля на отрезке от устья р. Семейка до р. Эекит. В результате этих работ нижнемеловые отложения были расчленены на семь свит и проведена оценка запасов угля в этих образованиях.

С конца сороковых годов прошлого века работами экспедиций «Арктикразведка», НИИГА, ВАГТ (позднее НПО «Аэрогеология»), Амакинской экспедицией началось планомерное геологическое изучение восточного склона Оленекского свода (таблица 1.2; рисунок – 1.2).

Таблица 1.2 – Геологическая изученность восточной части Оленекского поднятия

п.п	Автор, организация, год отчета	Основные результаты, выводы и рекомендации
1	2	3
Геологическая съёмка масштаба 1:1000000		
1.	Демокидов К.К., НИИГА, 1957	Составлена государственная геологическая карта масштаба на лист R-50–51, впервые разработана стратиграфическая схема осадочного чехла и магматических формаций.
2.	Сметанникова Л.И., СПб.: ВСЕГЕИ, 2013	Составлена государственная геологическая карта Российской Федерации третьего поколения. Серия Анабаро-Вилуйская. Лист R-51 – Джарджан. Алмазоносные породы булунканской и тумульской свит позднего триаса объединены в кыринскую свиту. В данной работе дискуссионно отнесение пород кристаллического фундамента, вскрытых Джарджанской скважиной к экитской серии, так как сами авторы утверждают, что данную серию слагают породы измененные в условиях зеленосланцевой фации метаморфизма, а в структурной скважине вскрыты гнейсы амфиболитовой и гранулитовой фаций, которые типичны для архея Анабарского массива.
Геологическая съёмка масштаба 1:200000		
1.	Красильщиков А.А., ВАГТ, 1961; Битерман И.М., ВАГТ, 1960; Цейдлер Н.А., ВАГТ, 1959; Биджиев Р.А., ВАГТ, 1961.	Существенно уточнено геологическое строение бассейнов рек Кютюнгде, Экит, Тит-Юряге и Усунку. В бассейне р. Усунку впервые выделены и закартированы широко распространенные толщи туфов. Установлено, что Кютюнгдинский прогиб с северо-востока ограничен зонами разломов северо-западного простирания и является грабен-синклиналью. Закартированы выходы раннепротерозойских и вендских образований.

Геологическая съёмка масштаба 1:50 000		
1.	Израилев Л.М., НПО «Аэрогеология», 1986; Израилев Л.М., НПО «Аэрогеология», 1990.	В центральной части Оленекского поднятия закартированы среднерифейские щелочно-основные вулканиты. Выяснилось последовательное залегание вендских отложений, впервые в пределах района были расчленены отложения нижнего триаса (улаханюряхская, чекановская, станнахская и пастахская свиты). Впервые найден алмаз в хотугинской свите верхнего триаса (булунканская свита по Р.О. Галабале). Выявлены новые коренные проявления и пункты минерализации золота в породах эекитской свиты. Установлена повышенная золотоносность в отдельных телах раннепротерозойских граносиенитов, сиенит-диоритов, гранит-аплитов, позднепротерозойских трахидацитов, трахибазальтов, диабазов и породах сыгынахтахской свиты рифея, в базальных конгломератах ранней перми. Получены данные по строению массивов интрузивных образований раннего и позднего протерозоя. Это позволило оконтурить площадь Сололийского рудного узла и произвести подсчет прогнозных ресурсов. Оценены прогнозные ресурсы в бассейне р. Ортоку-Эекит в базальных конгломератах ранней перми со средним содержанием золота – 1,0 г/т, олова – 828 г/т, пятиокиси тантала, ниобия – 345 г/т. Ожидаемые ресурсы (Р _з) определены для золота – 6 т, олова – 5000 т, пятиокиси тантало-ниобия – 2100 т. Выделены два локальных участка повышенных содержаний минералов-индикаторов кимберлитов хорошей сохранности. Спрогнозирована площадь перспективная на коренную алмазоносность юрского возраста.
Поисковые работы на алмазы и золото		
1.	Прокопчук Б.И., ВАГТ, 1961	Установлена алмазоносность руслового аллювия р. Усунку, и найдены первые алмазы в юрских конгломератах.
2.	Тихогласов С.А., АмГРЭ, 1986.	В бассейне рр. Эекит и Сололи, по результатам проходки горных выработок и опробовательских работ, проведена оценка россыпной алмазоносности и золотоносности современных и террасовых отложений. В долине р. Таас-Эекит установлены слабоалмазоносные террасовые образования, занимающие значительные пространства. В современном аллювии вспышки алмазоносности достигли 1,36 кар/м ³ , но в целом, по данным горно-опробовательских работ, мало где составили промышленные значения. На междуречье рр. Эекит и Элиэтибиз выделена площадь, перспективная на коренную алмазоносность. Установлена связь россыпного золота в бассейне р. Эекита с кварц-сульфидной формации эекитской серии Оленекского свода. Промышленных концентраций россыпного золота не установлено.

3.	Кирий А.Н., АмГРЭ, 2004	Южный фланг Экинской площади был закрыт аэромагнитной съемкой масштаба 1:100000. По результатам АМС-10 выделено 11 аномалий на Экинской площади, 4 аномалии заверены наземными геофизическими работами и рекомендованы для буровой заверки. На Салабынском выступе пройдено два структурных буровых профиля, северные скважины которых расположены на Экинской площади. Выполненный комплекс геолого-геофизических работ на Салабынском выступе позволил авторам выделить участок «Муогдан II» в качестве перспективного на обнаружение куста кимберлитовых тел среднепалеозойского возраста. Принцип выделения перспективного участка дискуссионен, так как в базальных горизонтах далдынской свиты (континентальные отложения) минералы-спутники алмаза хорошей сохранности отсутствуют. В настоящее время на этом участке завершаются поисковые работы (объект Муогданский, АмГРЭ).
4.	Попов Н.А., ОАО «Нижне-Ленское», 2006	В пределах Экинской площади проведены поисково-оценочные работы на россыпном проявлении р. Усунку-Юрях. По сети 400*10 м было пройдено 29 горных линий. На базе районных кондиций (Беспалова и др., 1999 г.) был произведен подсчет запасов алмазов по кат. С ₂ в количестве 371 тыс. кар. Основным недостатком данных работ является то, что в нарушении стадийности была достаточно узко локализована площадь, где сразу развита плотная разведочная сеть, но при этом все горные линии остались не заборчены, а пойменно-террасовый комплекс остался неопробованным. При подсчете запасов параметры районных кондиций использовались при расчетной, а не фактической цене алмазов, что делает недопустимым классификацию запасов по кат. С ₂ .
5.	Павлов В.И., ОАО «Нижне-Ленское», 2010	Площадь работ почти полностью совпадает с Экинским объектом. Запроектированные объемы работ практически не были выполнены и лицензия досрочно погашена. В ограниченном объеме (655 км ²) была выполнена аэромагнитная съемка масштаба 1:100000 (ГНПП «Аэрогеофизика», г. Москва) и выделено 59 магнитных аномалий. Буровыми работами заверено две магнитных аномалии (128/03 и 129/03, рекомендованные предшественниками, Кирий, АмГРЭ, 2004), где аномалообразующими объектами оказались базитовые трубки взрыва предположительно среднепалеозойского или протерозойского возрастов.
Тематические исследования		
1.	Кривонос, В.Ф., АмГРЭ, 1970.	Впервые выполнен комплексный анализ алмазности Приленского алмазоносного района и выделены перспективные площади для дальнейших геологоразведочных работ в бассейне р. Усунку.

2.	Зимин Л.А., АмГРЭ, 1984.	Установлены закономерности размещения россыпных месторождений алмазов и областей возможного местонахождения их коренных источников на Лено-Анабарском междуречье. В пределах Экинской площади выделены перспективные площади для поисков коренных источников алмазов.
3.	Егоров А.Н., ЦНИГРИ, 1989	По результатам палеогеографических реконструкций на верхнепалеозойское время выделено Усунку-Салатинское поднятие, перспективное для поисков среднепалеозойских кимберлитов.
4.	Ломакин Ю.А., АмГРЭ, 1997	Проведено обобщение геолого-геофизических материалов по районам деятельности АмГРЭ, и выделено 280 перспективных участков для выявления коренных источников алмазов. Основой для выделения перспективных участков послужили находки минералов-индикаторов кимберлитов и алмазов в четвертичных отложениях. На Экинской площади по возрасту выделено два перспективных участка в бассейнах рр. Эки и Усунку.
5.	Фолисевиц М.Я., АмГРЭ, 1999	Произведено ревизионное шлиховое и мелкообъемное опробование участков россыпных проявлений Эки, Элиетибе, Усунку-Юрях. Подтверждена алмазоносность данных водотоков и наличие минералов-индикаторов кимберлитов, но преимущественно плохой сохранности. Составлены карты прогноза коренной алмазоносности. На Экинской площади, без ранжирования кимберлитов по возрасту, выделено два перспективных участка в бассейнах рр. Эки и Усунку.
6.	Горев Н.И., НИГП АК «АЛРОСА», 2005, 2009.	В пределах Экинской площади выделено Муогданское поднятие, которое перспективно для поисков среднепалеозойских коренных источников, и обозначен участок междуречья рр. Эки, Буор-Эки и Элиетибе, на котором предполагаются юрские коренные источники алмазов.
7.	Граханов С.А., ОАО «Нижне- Ленское», 2009; 2013	Впервые по данным мелкообъемного опробования установлена алмазоносность современного аллювия р. Хотугу-Эки (0,60 кар/м ³). На правых притоках рр. Буор-Эки и Эки подтверждены данные о наличии ореола МИК хорошей сохранности в полях развития юрских пород и спрогнозировано кимберлитовое поле средне-позднеюрского возраста, что подтверждено U-Pb датированием трубчатых цирконов, но отсутствие пиропов алмазной ассоциации указало на их потенциально низкую продуктивность. Для глубинного доизучения выделена Усунку-Салатинская площадь, перспективная на выявление среднепалеозойских коренных источников алмазов.

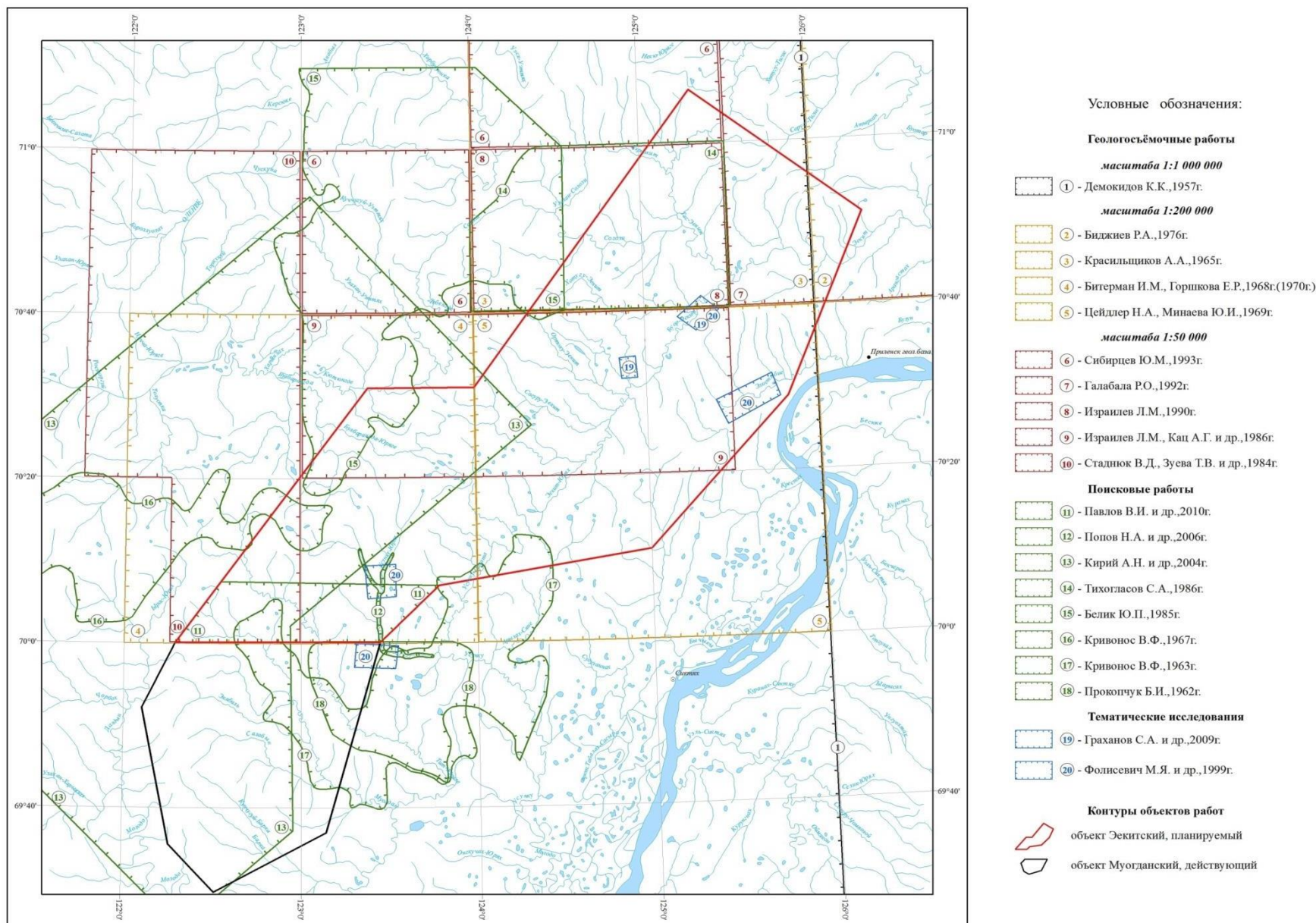


Рисунок 1.2 – Схема поисковой изученности. Масштаб 1:750000

1.3. Геологическая характеристика объекта геологоразведочных работ

1.3.1. Геолого-структурная характеристика

Эекитская площадь расположена на восточном склоне Оленекского свода в зоне его сочленения с Предверхоянским и Лено-Анабарским краевыми прогибами.

Непосредственно в пределах проектируемой к изучению площади обнажаются породы от раннего протерозоя до кайнозоя включительно, они слагают разновозрастные структурные ярусы. Интрузивные тела распространены большей частью в западной части площади. Они представлены образованиями платформенного траппового комплекса и древними магматическими образованиями кристаллического фундамента.

1.3.2. Стратиграфо-литологическая характеристика района работ

Нижний протерозой

Серию слагают регионально измененные в условиях зеленосланцевой фации метаморфизма терригенные, реже вулканогенные образования – сланцы, филлиты, метапесчаники, метаалевролиты, кварциты, метавулканиды, метариодациты, метатрахиды, маломощные прослои туфов, туффитов. По степени метаморфизма и вещественному составу исходных пород серия расчленена на две толщи.

В разрезе эекитской серии установлены покровы лав и туфов кислого состава. Галька этих же пород установлена в алмазоносных базальных горизонтах булунканской свиты рэа, на северном склоне Оленекского свода, что косвенно указывает на области преимущественного сноса во время формирования продуктивной верхнетриасовой толщи.

Верхний протерозой

Перекрывающие отложения рифея выделены в центральной части Оленекского поднятия в объеме осорхатынской, сыгиннахтахской, кютюнгдинской свит, уэттахской толщи, арымасской, дебенгдинской и хайпахской свит преимущественно песчано-карбонатного состава.

Нижний рифей

Кютюнгдинская свита (RF1kg) имеет преимущественно карбонатный состав и сложена чередующимися пластами и пачками доломитов, водорослевых и оолитовых известняков, песчаников глауконитсодержащих, алевролитов, аргиллитов; отмечены прослои и линзы кремнистых пород, включения кремней, ангидритов. Делится на три подсвиты. Полная мощность свиты 240–270 м. Возраст пород свиты определен по строматолитам.

Средний рифей

Арымасская свита (RF2ar) имеет терригенно-карбонатный состав и сформировалась в условиях морского прибрежного мелководья. Радиологический возраст базальтов -1340 ± 66 млн. лет (К-Аг метод по валу) свидетельствует о формировании вулканической пачки на границе нижнего и среднего рифея. Общая мощность свиты 240–280 м. Радиологический возраст пород нижней подсвиты, определенный по глаукониту К-Аг методом, составляет 1250 млн. лет, Rb-Sr методом – 1241 млн. лет, пород верхней подсвиты – 1165 млн. лет. Среднерифейский возраст подтверждается находками строматолитов.

Верхний рифей

Хайпахская свита (RF3hp) сложена терригенными и карбонатными отложениями. Ее нижняя половина терригенная: глауконитсодержащие алевролиты, аргиллитах, песчаники кварцевые, кварц-полевошпатовые глауконитовые. Верхняя половина – терригенно-карбонатная, сложена известняками и доломитами. Мощность свиты 30–60 м. Радиологический возраст пород свиты по глаукониту К-Аг методом определен в пределах 1035–20 млн. лет, что отвечает каратавию (верхний рифей).

Позднерифейский возраст свиты устанавливается также по ископаемым органическим остаткам (строматолитам).

Венд

В пределах Эекитской площади вендские отложения обнажены на Сололийском и Куойкско-Далдынском поднятиях Оленекского свода, где сформированы мастахской, хатыспытской и туркутской свитами. В северо-восточной части Эекитской площади вендские отложения имеют сокращенную мощность из-за того, что туркутская свита размыта.

Кембрийская система

Нижний отдел

Нижнекембрийские отложения представлены еркекетской, куонамской и оленекской свитами, верхнекембрийские отложения – предположительно чомурдахской свитой.

Еркекетская свита (Є1er) распространена в бассейнах верхних течений левых притоков р. Молодо, где свита вскрыта структурно-картировочными скважинами. Свита представлена разноцветными глинисто-карбонатными отложениями мелководного морского бассейна. Общая мощность еркекетской свиты 70–95 м. Возраст еркекетской свиты устанавливается по многочисленным находкам органических остатков. В грубокластических породах еркекетской свиты установлены единичные зерна минералов-спутников алмаза.

Верхний отдел

Чомурдахская свита (Є3) сложена сероцветными ритмично чередующимися известняками, обычно глинистыми, мергелями, с многочисленными линзовидными прослоями известняков органогенно-обломочных, кремнистых и битуминозных, маломощными прослоями горючих сланцев; отмечаются линзы конглобрекций и конгломератов. Количество прослоев и содержание битумов увеличивается вверх по разрезу. Верхнекембрийский возраст установлен по фауне. Мощность свиты 5–15 м.

1.3.3. Интрузивные образования

В пределах Эекитской площади интрузивные породы подразделяются на две основные группы. Первая группа представлена раннепротерозойскими гранитоидами Сололийского выступа. Эти гранитоиды представляют собой продукты ультраметаморфизма, образовавшиеся в термодинамических условиях амфиболитовой фации в позднеорогенную стадию развития. Вторая группа - образования платформенного интрузивного магматизма. К ним относятся трапповые базитовые комплексы, проявленные в позднем протерозое, среднем палеозое и раннем мезозое. В районе юго-западной границы Эекитской площади, но за пределами лицензионного участка, расположены кимберлитовые трубки Приленская и Находка среднепалеозойского Толуопского поля [3].

1.3.4. Тектоника

Эекитская площадь расположена в зоне сочленения Оленекского свода с Предверхоянским и Лено-Анабарским прогибами. В пределах Оленекского свода и его восточного обрамления весьма широкое развитие имеют дизъюнктивные дислокации, фиксируемые как прямыми геологическими наблюдениями, так и геофизическими методами. Выделяются разломы архейского, протерозойского и среднепалеозойского заложения, в той или иной степени активизированные в последующие этапы и образующие в региональном плане две крупные зоны разломов – Молодо-Попигайскую и Далдыно-Оленекскую.

Молодо-Попигайская зона глубинных разломов имеет северо-западное простирание и прослеживается по резкому сгущению разрывных нарушений того же направления ($295-325^\circ$), разбивающих породы осадочного чехла на узкие линейные блоки. Пространственно зона совпадает

с поясом базитовых даек среднепалеозойского возраста и отмечается полями развития траппов и туфов.

Далдыно-Оленекская региональная зона глубинных разломов имеет северо-восточное простирание ($15-40^\circ$) и в геофизических полях не выражена. С основным направлением разломов зоны совпадают длинные оси кимберлитовых тел среднепалеозойского возраста.

В региональном тектоническом плане кимберлитовые тела Толуопского и Хорбусуонского полей контролируются Молодо-Попигайской магмопроводящей зоной разломов [3].

1.4. Поисковые признаки

В данном районе имеются следующие факторы, которые указывают на наличие полезного ископаемого:

- прямые – ореолы и потоки рассеяния (геохимические, минералогические);
- косвенные – геофизические аномалии, наличие минералов индикаторов кимберлитов.

Прямые признаки

На северо-востоке Лено-Анабарской алмазоносной субпровинции, при наличии крупных россыпных месторождений алмазов, их коренные источники не установлены. Несмотря на то, что россыпи алмазов оторваны друг от друга на сотни километров, типоморфные особенности кристаллов довольно близки, что указывает на общность коренных источников. Как правило, это гамма алмазов кимберлитовых источников (первая, третья, четвертая и восьмая разновидности, кристаллов «эбеляхского» типа с облегченным изотопным составом углерода (вторая, пятая и седьмая разновидности).

Наличие ореола неизношенных МИК в современном аллювии рр. Усунку-Юрях и Бурбарангда можно увязать только с более молодыми

кимберлитами, как средне-позднетриасовыми, так и средне-позднеюрскими или их поступление из древних коллекторов.

Наиболее ярко проявлен ореол неокатанных МИК в современных отложениях рр. Таас-Эекит, Буор-Эекит, Элиетибие. В 12 шлихах, отобранных из русла правого притока р. Буор-Эйекит (руч. Спутниковый), установлены зерна довольно крупных пиропов (до 2*1,5 мм), среди которых зерна I класса сохранности составляют до 33,7%, – II класса сохранности до 20 %. Среди 1763 пикроильменитов из аллювия того же ручья до 56% зерен составляют индивиды I класса сохранности.

Косвенные признаки

Косвенно о возможном наличии кимберлитовых тел в пределах Эекитской площади может свидетельствовать и тот факт, что по скважинам буровой линии № 4 на правом борту р. Кютюнде, в районе рч. Харияллах, расположенных в 30 км от западной рамки проектной площади, были вскрыты мощные верхнечетвертичные отложения, содержащие алмазы и всю гамму слабоокатанных минералов-индикаторов кимберлитов. Мощность алмазоносных образований более 12 м. В основании залегает пачка серовато-бурых галечников, которые перекрываются серыми песками, содержащими гальку и гравий. Весь четвертичный разрез характеризуется высокими содержаниями всей гаммы минералов-индикаторов кимберлитов, включая неизношенные зерна первого и второго классов механического и нетранспортабельных оливина и хромдиопсида (рисунок 1.3). Предположительно галечники имеют высокую алмазоносность, на что указывают находки алмазов в непредставительных шлиховых пробах. Установленный ореол МСА расположен за пределами площади, но поступление кимберлитовых минералов, вероятно, происходило с верховьев реки или ее водораздела, где расположена Эекитская площадь. В данном случае поступление свежего кимберлитового материала с Оленекского поднятия исключается, так как в самих правых притоках неокатанные и нетранспортабельные МСА отсутствуют [3].

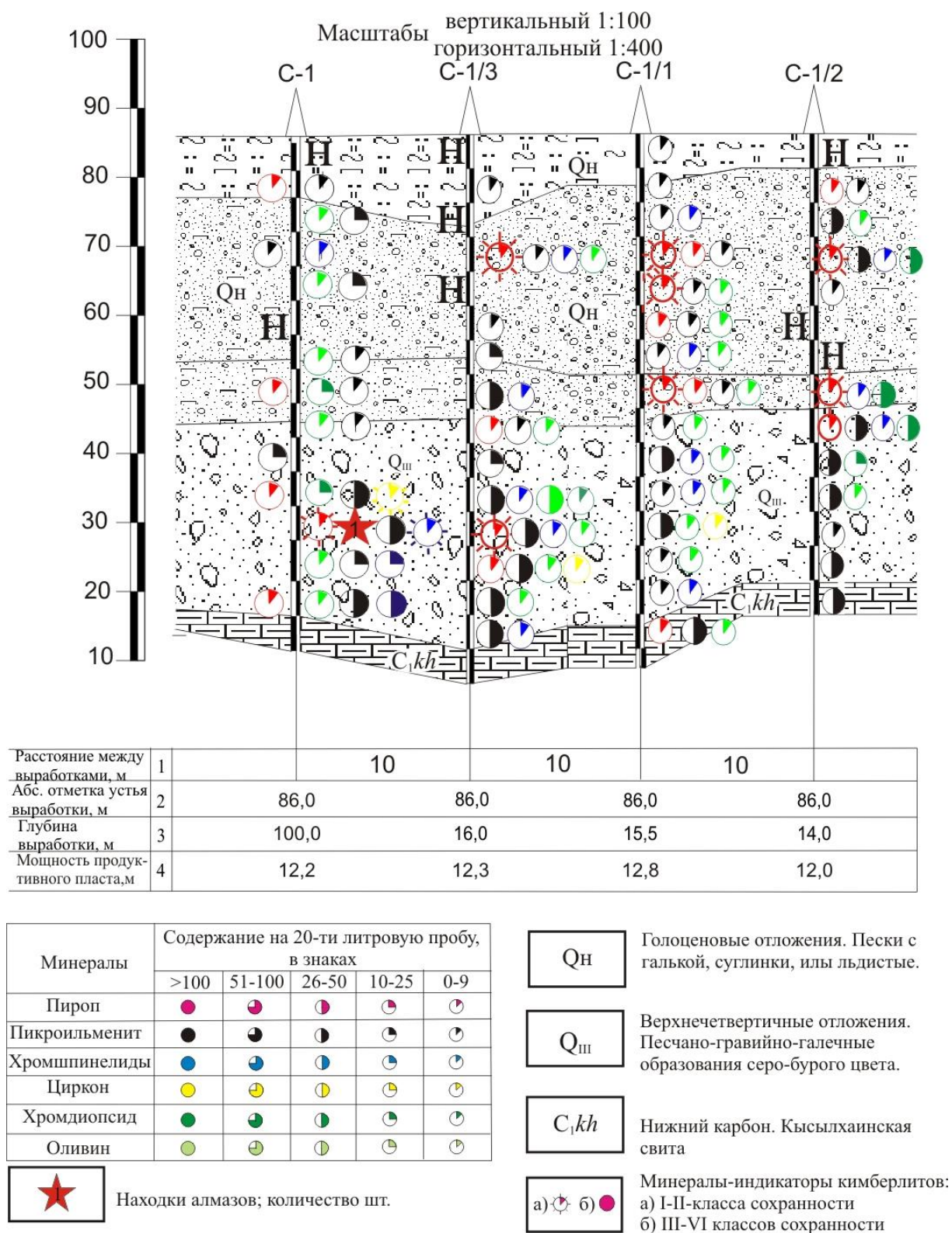


Рисунок 1.3 – Разрез верхнечетвертичных отложений долины р. Кютюнгде

1.5. Методика проведения проектируемых геологоразведочных работ

1.5.1. Геологические задачи

Целевым назначением работ являются поиски коренных месторождений алмазов в бассейне р. Эекит, на площади 7671,1 км². В результате этих работ предполагается на Эекитской площади выявить участки, благоприятные для локализации кимберлитовых полей, произвести оценку прогнозных ресурсов по категориям Р₂.

Поисковые работы на коренные источники алмазов среднепалеозойского и средне-верхнетриасового возрастов предполагается осуществлять комплексом геолого-геофизических методов исследований. Кимберлитовмещающими породами для прогнозируемых среднепалеозойских коренных источников являются терригенно-карбонатные образования протерозоя, венда и кембрия. Соответственно, для средне-верхнетриасовых прогнозируемых коренных источников алмазов – протерозойские, вендские, кембрийские, каменноугольные, пермские и нижнетриасовые породы.

Поисковые работы будут проводиться в три этапа: предполевой, полевой и камеральный.

1.5.2. Предполевой этап

Предполевой этап включает в себя:

- изучение фондовых и архивных материалов с выписками результатов опробования и выкопировками карт и схем;
- составление карты фактического материала и результатов ранее выполненных работ, содержащих следующие сведения: важнейшие обнажения и горные выработки, данные об известных месторождениях и проявлениях полезных ископаемых, пункты находок полезных минералов,

точки отбора проб на различные виды исследований и прочая поисковая информация;

- обработка и дешифрирование материалов дистанционного зондирования Земли высокого разрешения.
- составление плана полевых работ с нанесением намеченных маршрутов, точек опробования, опорных разрезов и т. д. Подготовка и стандартизация форм регистрации полевых наблюдений и их тиражирование.
- решение вопросов обеспечения транспортом, оборудованием, снаряжением, средствами связи, материалами и пр.
- приобретение и получение продуктов, материалов, снаряжения, документов и т. д.

1.5.3. Полевой этап

В состав полевых работ на проектируемой площади входят топографо-геодезические работы, комплекс геофизических съемок, поисковые маршруты со шлиховым опробованием, горнопроходческие и буровые работы, геофизические исследования скважин, опробование керна скважин и разрезов шурфов, обогащение валовых проб и мониторинг окружающей среды (таблица 1.3).

Таблица 1.3 – Перечень полевых работ

№№ п/п	Полевые виды работ	Единицы измерения
1	2	3
1	Топографо-геодезические работы	Точки/пог. м
2	Аэромагнитная съемка масштаба 1:10000	км ²
3	Наземные геофизические исследования профильные (магн.),	км
5	Наземные геофизические исследования профильные (электр.)	км
6	Маршруты при поисках шлиховым методом с отбором 2 проб на км	км/шл. пр
7	Проходка шурфов	пог. м

1	2	3
8	Колонковое бурение	пог. м
9	ГИС скважин	пог. км
10	Шлиховое опробование керна	проб
11	Бороздовое опробование шурфов	проб
12	Валовое опробование шурфов	м3 в пл.теле
13	Шлихогеохимическое опробование керна	проб
14	Литогеохимическое опробование керна скважин	проб
15	Экологический мониторинг	МП

Топографо-геодезические работы

Топографо-геодезические работы на участке будут выполнены с целью обеспечения геологоразведочных работ и подсчета ресурсов полезных ископаемых топографической основой, а также для текущего обеспечения геологоразведочных работ.

Все проектные скважины и шурфы первоначально инструментально выносятся на местность. По результатам проходческих и буровых работ местоположение очередных выработок корректируется, и место их заложения повторно инструментально выносится на местность. При закрытии выработки (скважины, шурфов и т.д.) проводят окончательное инструментальное определение ее координат, которые заносятся в акт о закрытии, в геологическую и техническую документацию соответствующей выработки и каталог координат по месторождению (рудному полю).

В результате проведенных работ будет создана геодезическая основа для геологоразведочных работ и сделана разбивка профилей для проведения последующих исследований территории.

Геофизические работы

Геофизические методы поисков и разведки месторождений ПИ основаны на изучении естественных или искусственно создаваемых физических полей, в которых отражаются различия горных пород и руд по физическим свойствам.

На территории проводимых работ будут проведены:

- высокоточная аэромагнитная съемка масштаба 1:10000;
- наземная профильная магниторазведка масштаба 1:5000 (детализация);
- наземная профильная электроразведка.

Сеть наблюдений при съемке масштаба 1:10000 должна составлять 100×20 (25) или 100×50 м, при съемке масштаба 1:5000—50×20(25) или 50×10 м.

Таким образом, применение комплекса геофизических методов магниторазведки и электроразведки с применяемой аппаратурой и интерпретационным аппаратом позволяет решать задачи по выявлению промышленных объектов алмазов коренного генезиса в северных районах Якутской алмазоносной провинции.

Геологические маршруты

Поисковые маршруты со шлиховым опробованием проводятся на участках с установленными признаками алмазоносности в современном аллювии или в древних коллекторах с целью выбора точек для отбора мелкообъемных и валовых проб. Маршруты выполняются на участках, где по данным предшественников установлены ореолы неокатанных минералов-спутников алмазов (МСА) или точки повышенной алмазоносности в древних или современных осадочных комплексах, по водотокам, дренирующим предполагаемые и установленные выходы промежуточных коллекторов. Предварительно выбраны для проведения маршрутов бассейны рр. Эекит, Тит-Юряге, Усунку, Кютюнгде и Булбарангда. При изучении фондовой и опубликованной литературы участки проведения маршрутов будут

конкретизированы и появятся новые объекты для изучения. Описание точек наблюдения будет проводиться в среднем через 1 км, но может значительно варьировать в ту или другую сторону. Шлиховое опробование будет проводиться не по регулярной сети.

Основными задачами поисковых маршрутов являются: непрерывные геолого-геоморфологические наблюдения по ходу маршрутов; выяснение особенностей геологического и геоморфологического строения территории; поиск выходов обнажений промежуточных коллекторов алмазов и золота, магматических пород; выяснение геолого-геоморфологических обстановок в районе шлиховых и геофизических аномалий; прослеживание границ распространения плейстоценовых и четвертичных покровных отложений с географической, геоморфологической и высотной привязкой.

Методика отбора и промывки традиционная. При промывке шлихов на золото доводка производится до «черного» шлиха с сохранением ильменит-магнетитовой массы. Всего по проекту планируется пройти 255 пог.км поисковых маршрутов, отобрать 510 шлиховых проб.

Горнопроходческие работы

Для оценки промышленной алмазности рек Тит-Юряге, Усунку планируется пройти горные линии шурфов сечением 2,0 м². Горные линии по этим водотокам будут пройдены по сети (3200-1600)*(10-20-40-80) м, в зависимости от параметров алмазности данных водотоков, всего – по бассейну реки Тит-Юряге 8 горных линий, по р. Усунку – 5 линий. Протяженность исследуемых участков россыпей: р.Сололи-11,75 км, р.Усунку – 6,25 км.

Геофизические исследования скважин

В комплексе с геологическими методами геофизические исследования в скважине призваны способствовать решению следующих геологических задач:

1. Литологическое расчленение и выделение реперных горизонтов во вскрытых образованиях.

2. Выявление по стволу скважин и в околоскважинном пространстве кимберлитов и других магнитных объектов.

3. Изучение физических характеристик, вскрываемых скважинами пород в естественном залегании.

Эти задачи предусматривается решать проведением ГИС, включающий следующий комплекс методов: индукционный каротаж (ИК), гамма каротаж (ГК), спектрометрический гамма каротаж (СГК), каротаж магнитной восприимчивости (КМВ), скважинная магниторазведка. Масштаб исследований ГИС 1:200. Для выполнения запроектированного комплекса ГИС принимается подъемник каротажный ПКС-ПЭ на базе УРАЛ-4320, оснащенная скважинной аппаратурой и оборудованием.

Опробование

Опробовательские работы проводятся с целью определения уровня алмазоносности, комплексного изучения вещественного состава, литолого-фациальных и минералогических особенностей разновозрастных образований.

На территории проводимых работ будут проведены:

- опробование шурфов;
- керновое опробование.

1.5.4. Оценка прогнозных ресурсов

В виду мелкого масштаба работ, и весьма разубоженной сети профилей скважин, на всей территории будет проведена оценка прогнозных ресурсов на коренные алмазы по категории Р3 методом аналогии. При оценке россыпных проявлений алмазов рек Усунку и Тит-Юряге будет проведена оценка прогнозных ресурсов россыпных алмазов по категории Р1 и Р2.

Количественная оценка прогнозных ресурсов категории Р3 по полю (иногда району) осуществляется методом аналогии с оценкой удельной продуктивности в целом по площади, или пообъектной оценкой ресурсов по

каждому перспективному на обнаружение коренного месторождения участку с суммированием и отнесением ресурсов в целом к площади.

Для этого, на основе сходства с другими кимберлитовыми полями выбирается поле – эталон. Количество ожидаемых кимберлитовых тел оценивается, исходя из площади поля с учетом количества тел, приходящихся на единицу площади в эталонных объектах, а число месторождений – по процентной доле месторождений в эталонном поле.

Предполагается провести пообъектную (по каждому перспективному на обнаружение кимберлитов участку) оценку ресурсов категории P_3 , для чего в пределах намеченной площади выделяются все локальные участки, по комплексу или отдельным признакам (геофизические, геохимические, фотоаномалии, минералогические ореолы и др.) перспективные на обнаружение отдельных месторождений или же групп тел.

Оценивается среди выделенных участков вероятное количество кимберлитовых тел (N_T) с учетом надежности комплекса признаков, обосновывающих перспективы участков, для чего может быть использована формула:

$$N_T = n_1 p_1 + n_2 p_2 + \dots + n_i p_i, \quad (1.1)$$

где n_i – количество локальных перспективных участков, на которых с вероятностью p_i ожидается кимберлитовое тело.

Прогнозные ресурсы категории P_3 по кимберлитовому полю подсчитываются, исходя из полученной оценки вероятного количества коренных месторождений и подсчетных параметров (площадь, глубина распространения промышленных руд, среднее содержание алмазов).

Содержание алмазов в ожидаемых на локальных перспективных участках телах принимается на известных полях с промышленными месторождениями в соответствии с районными кондициями для подобных месторождений, а в случае отдаленной перспективы освоения — с понижающим коэффициентом, учитывающим тенденцию снижения кондиций за предыдущие годы, но не ниже 0,1 кар/т (при преобладании

крупных камней). В новых слабоизученных полях можно принимать в расчете на дальнюю перспективу освоения за нижний предел промышленного содержания 0,3 кар/т — среднее содержание алмазов большинства разрабатываемых мировых месторождений с алмазами среднего качества (по крупности и выходу ювелирных камней).

В итоге, конечная формула оценки прогнозных ресурсов имеет следующий вид:

$$Q = N_T \cdot S \cdot H \cdot d \cdot C, \quad (1.2)$$

где Q — прогнозные ресурсы, т; S — площадь прогноза, м^2 ; H — глубина прогноза, м; d — прогнозируемая или измеренная плотность пород объекта, $\text{т}/\text{м}^3$; C — содержание полезного компонента на единицу массы, $\text{г}/\text{т}$.

Рекомендуются следующие нижние пределы подсчетных параметров прогнозных ресурсов категории P_2 :

Площадь прогноза — среднее сечение трубки или средняя мощность и протяженность дайки в пределах глубины оценки прогнозных ресурсов.

Глубина прогноза зависит от глубины рентабельной разработки месторождения.

Содержание алмазов в кимберлитовых телах оценивается по данным опробования кимберлитов, если оно проведено, или прилегающих рыхлых отложений в редких выработках; в качестве дополнительных признаков могут быть учтены косвенные критерии алмазоносности (минералогические, петрохимические и др.). Прогнозные ресурсы категории P_2 в новых районах и полях определяются только по алмазоносным кимберлитовым телам с общим содержанием алмазов около 0,3 кар/т и более, или более 0,1 кар/т для алмазов крупнее 1 карата. В полях с известными промышленными месторождениями для тел первоочередного освоения ресурсы подсчитываются при содержании алмазов, близком или превышающем значения районных кондиций [3].

При оценке россыпных проявлений применяются следующие параметры:

Средняя мощность песков или горной массы ($m_{cp.}$) при равномерном расположении выработок по линиям и блокам вычисляют по формуле среднеарифметического:

$$\bar{m} = \frac{\sum m_i}{n}, \quad (1.3)$$

при неравномерном расположении выработок – изменчивости расстояния около двух и более раз, по формуле средневзвешенного:

$$\bar{m} = \frac{\sum m_i \times l_i}{\sum l_i}, \quad (1.4)$$

где m_i – мощность песков (горной массы) по разведочным выработкам в линии, подсчётном блоке, м; n – количество разведочных выработок в линии, подсчётном блоке; l_i – длина влияния разведочной выработки в линии, м.

Среднюю мощность перекрывающих отложений (торфов) для упрощения подсчёта запасов можно вычислять по формуле:

$$\delta_m = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (C_{i1} - C_{i2})^2}{2n}}, \quad (1.5)$$

где C_{i1} и C_{i2} – содержание полезного компонента в основных и контрольных пробах соответственно; n – число парных определений.

Объём (V) выработки (пробы) при равном расстоянии между замерами сечений определяется по формуле:

$$V = \bar{S} \times L_{max}, \quad (1.6)$$

где \bar{S} – среднее значение площади по серии параллельных поперечных сечений выработки, m^2 ; L_{max} – максимальная длина (глубина) выработки, м.

$$\bar{S} = \frac{\sum S_i}{n}, \quad (1.7)$$

где S_i – площадь отдельных параллельных поперечных сечений выработки, m^2 ; n – количество замеров поперечных сечений в выработке.

$$S_i = \bar{B} \times H_{max} \quad \text{или} \quad S_i = \bar{H} \times B_{max} \quad (1.8)$$

где S_i – площадь отдельного сечения выработки, m^2 ; B и B_{max} – средняя и максимальная ширина, м; H и H_{max} – средняя и максимальная высота выработки (интервала опробования), м.

1.6. Методика, объемы и условия проведения буровых разведочных работ

Геологическое задание на проведение поисковых работ на коренные разновозрастные источники алмазов предполагает изучение особенностей структурно-тектонического строения района, вещественного состава и возраста потенциальных промежуточных коллекторов алмазов путем бурения поисково-картировочных и структурных скважин по профилям, ориентированным вкрест зоны сочленения Оленекского поднятия и Приверхоянского краевого прогиба с расстоянием между профилями 16 км и между скважинами на профилях – 4 км, заверки бурением геофизических аномалий. Кроме того, буровые работы будут использованы при картировании потенциально-продуктивных четвертичных и неогеновых отложений, при поисковых работах на алмазы, рудное и россыпное золото и другие попутные компоненты [3].

Таблица 1.4 – Геологические задачи для бурения

№ п/п	Виды работ	Геологические задачи	Средняя глубина, м	Количество скважин, шт	Объем, м
1	2	3	4	5	6
1	Структурное бурение	Изучение и опробование разреза верхнепалеозойских, мезозойских и кайнозойских образований. Выделение потенциально кимберлитовмещающих горизонтов и коллекторов алмазов. Каротажные исследования для изучения геофизических свойств разреза	210	28	5880
2	Поисково-картировочное бурение	Изучение и опробование коллекторов алмаза верхнепалеозойского, мезозойского и кайнозойского возрастов	108	53	5740
3	Заверочное бурение	Заверка геофизических аномалий предшественников и выделенных в ходе реализации данного проекта	119	54	6420

Окончание таблицы 1.4

1	2	3	4	5	6
4	Поисковое бурение на алмазы и золото	Изучение и опробование неогеновых и четвертичных отложение	20	208	4160
5	Поисковое бурение на золото, олово и редкие металлы	Изучение и оконтуривание древних комплексных россыпей россыпей в пермских отложениях	30	120	3600
6	Поисковое бурение на золото и другие попутные компоненты	Изучение и опробование полного разреза сыгынахтахской свиты на золото и алмазы и другие полезные компоненты	200	1	200
Итого				464	26000

На первом этапе работ планируется пробурить структурные скважины, заверить геофизические аномалии, выделенные предшественниками и провести поисковое бурение в полях развития неогена и террасах р. Эекита.

Характеристика поисковых скважин приводится в таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Характеристика поисковых скважин

№ п/п	№ проектных профилей	№ проектных скважин	Проектная глубина, м
1	I	C-002	100
2	I	C-003	120
3	II	C-102	120
4	II	C-103	120
5	II	C-104	120
6	III	C-202	100
7	III	C-203	100
8	III	C-204	100
Всего		8 скважин	880 пог. м

1.6.1. Геолого-технические условия бурении скважин. Свойства горных пород. Характеристика разреза

Поисковые скважины будут задаваться после проходки структурных скважин, когда будут изучены особенности разреза осадочного чехла, определены глубины потенциально кимберлитовмещающих толщ: кембрий – венд – рифей для среднепалеозойских источников; пермь – нижний триас, для средне-верхнетриасовых и весь осадочный разрез, включая чекуровскую свиту для средне-верхнеюрских прогнозируемых кимберлитов. Задачей поисковых скважин будет установление первичных ореолов рассеяния МСА породах перекрывающих кимберлитовмещающие толщи, выявление особенностей их распространения и условий формирования, изучение литолого-фациальных и минералогических особенностей промежуточных коллекторов. Углубка в кимберлитовмещающие породы должна составлять не менее 10 м. Предполагаемое разделение геологического разреза по его продуктивности, геологические и технологические параметры при проходке скважин отражены в прилагаемом к проекту геолого-техническом наряде (ГТН).

Для решения задач, выполняемых поисковым бурением, планируется проходка 8 скважин глубиной 110 м. Общий объём бурения поисковых скважин – 880 погонных метра [3].

2. ТЕХНОЛОГИЯ И ТЕХНИКА ПРОВЕДЕНИЯ БУРОВЫХ РАБОТ

2.1. Буровые работы на предыдущих этапах разведки месторождения

В бассейнах рек Тас-Эекит, Сололи и Усунку реализованы поисковые и поисково-ревизионные работы на россыпных проявлениях алмазов и золота. Буровые работы практически не проводились, единичные заверочные скважины на аэромагнитных аномалиях были пройдены в крайней юго-западной части площади, в верховье рек Муогдан, Тит-Юряге, Усунку.

2.2. Выбор способов бурения скважин

Эффективность бурения поисково-оценочных скважин существенно зависит от выбора способа разрушения горных пород, способа бурения и типа породоразрушающего инструмента. При выборе способа бурения и типов породоразрушающего инструмента необходимо руководствоваться данными, характеризующими их эффективность, основными из которых являются: механическая скорость бурения, проходка за рейс, проходка породоразрушающего инструмента.

Целевое назначение скважин – проведение поисковых работ на коренные разновозрастные источники алмазов в Булунском улусе, Республике Саха (Якутия). Исходя из геолого-технических условий, назначения скважины и из рекомендаций по выбору способа бурения, наиболее оптимальным является вращательный способ бурения.

Данный способ позволяет получать керн, по которому можно составить геологический разрез месторождения и опробовать полезное ископаемое.

Основное преимущество колонкового бурения перед другими способами – возможность получения керна, изучение которого в сочетании с другими исследованиями в скважинах позволяет с большой точностью и достоверностью подсчитать запасы полезного ископаемого, определить его качество и условия залегания.

Вращательный способ применяют так же и при бурении на разрезах с небольшими по мощности слоями трещиноватых пород, в которых использовать ударно-вращательный способ вследствие вывалов кусков пород под воздействием ударных импульсов невозможно.

Использование ударно-вращательного способа целесообразно при детальной разведке месторождений полезных ископаемых, когда нет необходимости отбирать керн из вмещающих пород. При данном способе бурения скважин применяют пневмоударники и гидроударники.

Следовательно, бурение скважин будет производиться вращательным колонковым способом с отбором керна и использованием твердосплавного инструмента с очисткой забоя сжатым воздухом.

2.3. Разработка типовых конструкций скважин

Под конструкцией скважины понимается схема её устройства, в которой указываются начальный, промежуточные и конечный диаметры применяемого породоразрушающего инструмента по интервалам глубины бурения; диаметры и длины колонн обсадных труб, интервалы тампонирующего затрубного пространства и тампонирующего без применения обсадных колонн, а также глубина скважины.

Для бурения скважин с высокими технико-экономическими показателями необходимо построить максимально простую конструкцию скважины с наименьшим применением обсадных труб.

Проектирование конструкции скважины начинается с анализа, минимально-допустимого диаметра керна, обеспечивающего необходимую

достоверность опробования, возможных осложнений, приведение к которым нежелательно, так как это может привести к возникновению аварийных ситуаций, а, следовательно, привести к удорожанию стоимости проведения буровых работ, либо к ликвидации скважины.

На основании анализа осложнений выделяются интервалы с несовместимыми условиями бурения. Обеспечение же безаварийности проходки скважины при бурении по интервалам с несовместимыми условиями бурения возможно лишь либо перекрытием этих зон обсадными колоннами, либо применением высококачественных промывочных жидкостей.

2.3.1. Определение конечного диаметра скважин

Определяем конечный диаметр скважины. Минимальный допустимый диаметр керна $d_{k \min}$ при поиске и оценке алмазов равен, $d_{k \min} = 92$ мм.

Далее определим минимально возможный внутренний диаметр коронки $D_{в \min}$ по формуле:

$$D_{в \min} = d_{k \min} + \Delta, \quad (2.1)$$

где Δ уменьшение диаметра керна в зависимости от категории горной породы по буримости f (в нашем случае VI категория по буримости – таблица 2.7).

Находим:

$$\Delta = 20 - 8 \ln, \text{ мм}, \quad (2.2)$$

$$\Delta = 20 - 8 \ln 6 = 5,7 \text{ мм}.$$

Из формулы (2.2) получаем:

$$D_{в \min} = d_{k \min} + \Delta = 92 + 5,7 = 97,7 \text{ мм}.$$

Из расчетного диаметра коронки подходит применение коронки с наружным и внутренним диаметром 132 и 114 мм (таблица 2.7).

2.3.2. Определение интервалов осложнений и выбор мероприятий по их предупреждению

Для обеспечения высокого качества и достоверности геологической документации конструкция скважин имеет первостепенное значение. Это связано, прежде всего, с правильным выбором диаметра скважины по полезному ископаемому. Геологический разрез Эекитского месторождения приведен в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Геологический разрез Эекитского месторождения

Краткая характеристика пород	Категория пород по буримости	Интервал глубин, м		Мощность слоя, м
		от	до	
Суглинки мерзлые с включениями гальки кремнистых пород, пески светло-сырые, кварц-полевошпатовые	V	0	7	7
Песчаники слабосцементированные полимиктового состава с прослоями глин, алевролитов, углей, углистых сланцев, конкрециями сидеритов, известняков, плотных песчаников	VI	7	58	51
Песчаники полимиктового состава на карбонатно-глинистом и глинисто-слюдистом цементе с конкрециями плотных песчаников	VI	58	74	16
Известняки, глинистые известняки, мергели-зеленовато-серые, серые, розоватые	VI	74	90	16
Известняки серые, перемежающиеся с красно-бурыми и кирпично-красными глинистыми известняками и мергелями.	VI	90	100	10

На рисунке 2.1 изображена типовая конструкция скважины, характерная для Эекитского месторождения (скважина №1).

По той причине, что верхний интервал четвертичных отложений неустойчив, направление рекомендуется зафиксировать на глубину 10-ти метров. Забурка скважин на диаметр 151 мм для установки направляющей трубы будет осуществляться твердосплавными коронками СМ-5 диаметром 132 мм с приварными расширителями до диаметра 151 мм. Диаметр обсадных труб 146 мм.

Бурение продолжается до конечной глубины скважины – 100 м, при этом используется твердосплавная коронка диаметром 132 мм.

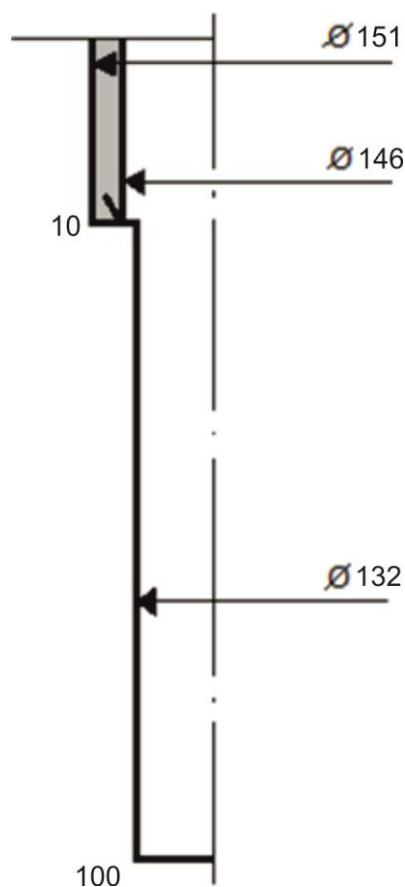


Рисунок 2.1 – Типовая конструкция скважины

Описание скважин шифрами по классификации Юшкова А. С.: 151/146 132 (100).

2.4. Выбор буровой установки

Для выбора оптимальной буровой установки для данных геологических условий необходимо учитывать глубину бурения, залегающие породы, цель и способ бурения.

Установка ПБУ-2 предназначена для бурения инженерно-геологических, разведочных, сейсморазведочных, гидрогеологических, технических скважин в породах I-IV категорий буримости коронками и долотами диаметром 132 мм на бурильных трубах диаметром 50 мм с прямой промывкой глубиной до 100 м; шнеками диаметром 135 и 180 мм – до 50 м,

диаметром 230 мм – до 25 м; ударно-канатным способом – до 50 м. Конструкция установки позволяет смонтировать их на шасси АМУР, ЗИЛ-131, УРАЛ, КАМАЗ, МАЗ, транспортную гусеничную машину ТГМ-126 и МТЛБУ, тракторы ТТ-4 и ТЛТ-100А или на санном основании. Основной способ бурения – вращательный колонковый способ коронками диаметром 132 мм до 100 м, шнеками диаметрами 135 и 180 мм – до 60 м, шнеками диаметром 230 мм – до 70 м.

В зависимости от конструктивного исполнения установки могут при наличии лебедки бурить с использованием забивного стакана диаметром 135 мм, ударным долотом желонкой, выполнять крепление скважин обсадными трубами. Наличие компрессора позволяет при сооружении сейсмических скважин досылать снаряд в скважину воздухом. Установку можно использовать для сооружения и ремонта скважин на воду глубиной до 100 м.

Буровая установка ПБУ-2 смонтирована на шасси автомобиля повышенной проходимости КАМАЗ-43114.



Рисунок 2.2 – Буровая установка ПБУ-2

Техническая характеристика буровой установки ПБУ-2 представлена в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Технические характеристики буровой установки ПБУ-2

Параметр	Показатели
Привод буровой установки – двигатель Д242 мощностью, кВт	46
Крутящий момент, кгм	500
Номинальная частота вращения, об/мин	1800
Ход подачи вращателя, м	1,8;
Усилие подачи, кгс:	
- вверх	3500
- вниз	3500
Грузоподъемность лебедки, кгс	2600-3000*
Ход кривошипно-шатунного балансира, мм	550
Статическое зондирование грунтов с усилием, кгс	12000
Условная глубина бурения, м:	
- шнеками	60
- шнековым буром	25
- ударно канатным способом	40
- с промывкой	100-120
- с продувкой	100
Диаметр бурения максимальный, мм:	
- шнеками	400
- шнековым буром	850
- ударно канатным способом	168
- с промывкой	190,5
- с продувкой	190,5

Состав буровой установки:

- буровой агрегат: дизельный двигатель, четырехскоростная коробка передач, подвижный вращатель, лебедка, генератор, компрессор пневмосистемы, балансир; пульта управления, контрольно-измерительные приборы, комплект приспособлений для пневмоударного бурения (элеватор амортизирующий, сальник буровой, герметизатор, буровой стол, вилка подкладная), блок электрического, питания предпусковой подогреватель 14ТС-10 "Теплостар";
- буровая мачта;
- компрессорно-силовой блок;
- инструментальный блок;
- буровой инструмент.

2.4.1. Силовая установка

Основной силовой привод осуществляется дизельным двигателем Д-242, посредством карданной передачи. Допускается применение других дизельных двигателей. На установке применяется групповой тип привода.



Рисунок 2.3 – Двигатель Д-242

Техническая характеристика силовой установки представлена в таблице 2.3.

Таблица 2.3 –Техническая характеристика двигателя КамАЗ 740.31-240

Тип дизеля	без турбонадува, четырехтактный
Число и расположение цилиндров	четыре, рядное, вертикальное
Рабочий объем, л	4.75
Номинальная частота вращения, об/мин	1800
Номинальная мощность, кВт	46
Ход поршня, мм	125
Максимальный крутящий момент, Н*м	241
Удельный расход топлива, г/кВт ч	226
Диаметр цилиндра, мм	110
Масса, кг	410...430
Передача от дизеля к коробке передач	карданная с муфтой сцепления.

2.4.2. Компрессор Atlas Copco XATS 156 Dd

Компрессор имеет одноступенчатый винтовой маслonaполненный компрессорный элемент производства Atlas Copco Airtac приводимый в движение через гибкую резиновую неразъемную муфту от дизельного двигателя с турбонаддувом марки Deutz. Установка смонтирована на прочном основании и закрыта прочным погодозащитным и шумопоглощающим кожухом. Кожух имеет две широко открываемые крышки для доступа к обслуживаемым агрегатам и узлам установки. Кожух и основание оцинковано и окрашено порошковым способом с высушиванием при температуре +200°С. Сжатый воздух поступает к потребителю через

один 1,5" и три 3/4" выходные патрубки. Установка оборудована топливным баком емкостью 175 литров. Компрессор поставляется с шасси и без шасси (для монтажа в грузовик).



Рисунок 2.4 – Компрессорный блок XATS 156 Dd

Техническая характеристика компрессора Atlas Copco XATS 156 Dd представлена в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Технические характеристики компрессора Atlas Copco XATS 156 Dd

Компрессор		
1	2	3
Рабочее давление (избыточное)	бар	10,3
Производительность по ISO 1217 ed. 3. 1996	м ³ /мин	10
Количество ступеней сжатия	шт	1
Емкость масляной системы компрессора	литр	23,5
Вынос масла на 100% мощности	г/час	1,8
Мощность шума по 2000/14 ЕС	дБ(А)	99
Шумовое давление по ISO 2151 на 7 метрах	дБ(А)	71
Количество постов с дюйма	шт	3
Количество постов большого диаметра	шт	1x1,5"
Максимальная наружная температура	°C	+50
Двигатель		
Дизельный двигатель		Deutz
Модель		TCD2012L04
Нормы по выхлопу		Tier III
Число цилиндров	шт	4
Мощность	кВт	83

1	2	3
Число оборотов максимум	об/мин	2300
Число оборотов минимум	об/мин	1700
Расход топлива		
на 100% мощности	кг/час	18,3
на холостом ходу	кг/час	9,6
Система охлаждения	тип	Жидк.
Емкость системы охлаждения	литр	14
Емкость масляной системы	литр	8,5
Габариты и вес		
Длина с регулируемым дышлом	мм	4654
Длина с нерегулируемым дышлом	мм	4252
Ширина на шасси	мм	1701
Высота на шасси	мм	1661
Длина без шасси	мм	2642
Ширина без шасси	мм	1391
Высота на опорах (салазках)	мм	1608
Высота без шасси	мм	1258
Вес сухой с шасси	кг	1820
Вес рабочий с шасси	кг	1900
Вес рабочий на опорах (салазках)	кг	1642

2.4.3. Выбор бурильных труб

Колонна бурильных труб служит для соединения ПРИ, работающего на забое, с буровой установкой, смонтированной на поверхности.

При колонковом бурении через бурильную колонну на ПРИ, непосредственно воздействующий на породу забоя, передается осевое усилие, необходимое для внедрения разрушающих элементов в породу, и крутящий момент для преодоления сил сопротивления со стороны забоя.

В состав применяемого технологического бурового инструмента входят бурильные трубы, колонковые, переходники.

Для обсадной колонны выберем трубы ниппельного соединения по ГОСТ 6238-52 (таблица 2.5). Так как диаметр скважины равен 151 мм, то примем диаметр обсадной колонны 146 мм. При внутреннем диаметре ниппеля 134 мм, эта труба позволит свободно пройти бурильным трубам.

Таблица 2.5 – Технические характеристики обсадных труб ниппельного соединения

Параметры	Обсадная труба ниппельного соединения
Наружный диаметр трубы и ниппеля, мм	$146 \pm 1,46$
Толщина стенки трубы, мм	$5,0 \pm 0,63$
Внутренний диаметр ниппеля, мм	$134 \pm 0,5$
Длина трубы, мм	1500-6000
Масса 1 метра трубы, кг	17,39

Бурильные трубы выберем ТБСУ 63,5×4,5. Трубы стальные бурильные универсальные предназначены для бурения скважин колонковым и безкерновым способом, твердосплавными и алмазными коронками и долотами всех видов. Технические характеристики данных труб приведены в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Техническая характеристика труб ТБСУ 63,5×4,5

Наружный диаметр, мм	63,5
Внутренний диаметр, мм	54,5
Внутренний диаметр замка, мм	28
Толщина стенки, мм	4,5
Диаметр замка, мм	64
Масса 1 м бурильной колонны (с замками), кг	8,82
Длина бурильных труб, м	3

Для соединения бурильных и колонковых труб применим переходники П1-63,5/146 и П1-63,5/127.

Для бурения в интервале от 0 до 10 м применим колонковые трубы 146×6,5, а для бурения в интервале от 10 до 100 м – колонковые трубы 127×6,5. Длина колонковых труб составляет 3 м.

2.5. Выбор технологического бурового инструмента и расчет технологических режимных параметров бурения

2.5.1. Проходка горных пород

По геологическому разрезу (таблица 2.1) видно, что разрез имеет два однородных участка. Первый участок от 0 до 10 м (направление) будет буриться с использованием твердосплавной коронки СМ-5 диаметром 151 мм (132 мм + расширители) с отбором керна (рисунок 2.5). Второй участок от 10 до 100 м будет буриться твердосплавной коронкой СМ-5 диаметром 132 мм с отбором керна.



Рисунок 2.5 – Коронка типа СМ-5 с дополнительными приварными секторами

Коронки твердосплавные типа СМ5 предназначены для бурения преимущественно малоабразивных монолитных и слаботрещиноватых пород V-VI категорий по буримости (доломитов, известняков, глинистых и песчаных сланцев, серпентинитов и т.п.). Следовательно, коронка СМ-5 удовлетворяет геологическим условиям.

Технические характеристики твердосплавной коронки СМ-5 представлены в таблице 2.7.

Таблица 2.7 – Технические характеристики твердосплавной коронки СМ-5

Тип корон ки	Диаметр, мм		Число резцов		Удельная нагрузка, G_y , кН	Окружная скорость коронки, V_0 , м/с	Категория пород по буримости
	наружный	внутренний	основных	подрезных			
СМ-5	132	114	24	4	0,4-0,6	0,8-1,8	V-VI

2.5.2. Технологические режимы бурения твердосплавными ПРИ

Правильно выбранные параметры режима бурения обеспечивают достижение высоких показателей бурения: повышение механической скорости, увеличение проходки за рейс и снижение стоимости 1 м бурения. Режимными параметрами, определяющими показатели бурения, являются: осевая нагрузка на коронку, частота вращения ПРИ и расход промывочной жидкости. Оптимальными режимными параметрами считаются такие, при которых обеспечиваются максимальные механическая скорость бурения и проходка за рейс.

Бурение поисковых и разведочных скважин на твердые полезные ископаемые в регионах Крайнего Севера осуществляется не с промывкой, а с продувкой забоя сжатым воздухом. Вызвано это необходимостью не допустить оттаивания вечной мерзлоты в стенках скважины с последующим их разрушением и стабильно низкими температурами на поверхности, что обеспечивает забор переохлажденного воздуха.

Для выбранных коронок рассчитывается осевая нагрузка, частота вращения. Так же рассчитывается количество воздуха, и необходимое давление воздуха которое следует подавать в скважину в процессе бурения.

Для определения оптимального режима бурения твердосплавным инструментом использованы данные таблицы 2.8.

Осевая нагрузка, кг

Нагрузка на коронку задается, исходя из количества основных (объемных) резцов, их размеров и твердости пород.

Общая нагрузка на коронку:

$$C=mq, \text{ Н}, \quad (2.3)$$

где, m – число объемных (основных) резцов; q – рекомендуемая нагрузка на 1 резец, Н.

В нашем случае для коронки диаметром 132 мм число основных резцов 24 штуки, а нагрузка на 1 резец от 400 до 600 Н.

При бурении по породам V-VI категории буримости с минимальной нагрузкой на основные резцы:

$$C=18 \times 500 = 7200 \text{ Н или } 7200 \times 0,102 = 734,4 \text{ кг.}$$

При бурении по породам V-VI категории буримости с максимальной нагрузкой на основные резцы:

$$C=18 \times 600 = 10800 \text{ Н или } 10800 \times 0,102 = 1101,6 \text{ кг.}$$

Таким образом, оптимальная нагрузка на породоразрушающий инструмент должна составлять от 734,4 до 1102 кг. Для удобства регулировка нагрузки на забой принимается оптимальная нагрузка в интервале 750-1100 кг.

Частота вращения, об/мин:

$$n = \frac{60v_0}{\pi D_c}. \quad (2.4)$$

где, D_c – средний диаметр коронки в м; v_0 – окружная скорость коронки при бурении твердыми сплавами принимаемая в пределах 0,8-1,8 м/с. Чем больше абразивность породы, тем меньше v_0 .

В нашем случае для коронки диаметром 132 мм окружная скорость от 0,8 до 1,8 м/с.

При минимальной окружной скорости коронки:

$$n = \frac{(60 \times 0,8)}{(3,14 \times \frac{0,132 + 0,114}{2})} = 124,3 \text{ об/мин.}$$

При максимальной окружной скорости коронки:

$$n = \frac{(60 \times 1,8)}{(3,14 \times \frac{0,132 + 0,114}{2})} = 280 \text{ об/мин.}$$

Таким образом, оптимальное число оборотов при бурении коронками СМ-5 диаметром 132 мм по породам V-VI категории по буримости выведенные расчетным путем составляют от 125 до 280 об/мин.

Так как буровая установка ПБУ-2 имеет плавную регулировку оборотов вращения бурового снаряда, для более удобной настройки станка принимается частота вращения от 140 до 280 об/мин.

Обобщая данные расчетов оптимальными параметрами (из условия безаварийной проводки ствола скважины) при бурении коронками СМ-5 диаметром 132 мм для буровой установки ПБУ-2 принимаются:

1. Нагрузка на коронку – 7,35-10,8 кН.
2. Частота вращения – 140-280 об/мин.

Количество воздуха, м³/мин

Решающий режимный параметр при бурении с продувкой – расход воздуха, обеспечивающий быстрый и полный вынос шлама из скважины. Расход воздуха (подача компрессора) определяется по формуле:

$$Q = 0,785(D^2 - d^2)vk, \quad (2.5)$$

где, D – диаметр скважины, м; d – наружный диаметр бурильных труб, м;
v – скорость восходящего потока воздуха, м/с; при бурении кольцевым забоем v = 10-12 м/с, а при бурении сплошным забоем v = 15-25 м/с;
k = 1,05-1,20 — коэффициент, учитывающий увеличение потерь давления воздуха вследствие его трения о стенки скважины соответственно росту ее глубины.

Диаметр скважины равен 132 мм, наружный диаметр бурильных труб равен 63,5 мм. Бурение осуществляется кольцевым забоем, то есть берем значение скорости восходящего потока воздуха 10-12 м/с.

При минимальном значении скорости восходящего потока воздуха и коэффициента потери давления воздуха:

$$Q = 0,785 \times (0,132^2 - 0,0635^2) \times 10 \times 1,05 = 0,11 \text{ м}^3/\text{с} \text{ или } 6,6 \text{ м}^3/\text{мин}.$$

При максимальном значении скорости восходящего потока воздуха и коэффициента потери давления воздуха:

$$Q = 0,785 \times (0,132^2 - 0,0635^2) \times 12 \times 1,2 = 0,15 \text{ м}^3/\text{с} \text{ или } 9,1 \text{ м}^3/\text{мин}.$$

Таким образом, оптимальное количество воздуха выявленное расчётным путем составляет от 6,6 до 9,1 м³/мин.

Давление воздуха, МПа

Давление воздуха для бурения в «сухой» скважине рассчитывается по формуле:

$$p = p_0 H + p_1 + p_2, \quad (2.6)$$

где, p_0 – увеличение давления на 1 м углубки скважины, МПа (принимается $p_0=0,0015$ МПа); H – глубина скважины, м; p_1 – потери давления в заполненном колонковом снаряде (принимается $p_1=0,06-0,1$ МПа); p_2 – перепад давления в пневмоударнике при ударно-вращательном бурении, МПа.

При вращательном бурении p_2 исключается из формулы. Глубина скважины равна 100 м.

При минимальном значении потере давления в заполненном колонковом снаряде.

$$p = 0,0015 \times 100 + 0,06 = 0,21 \text{ МПа}.$$

При максимальном значении потере давления в заполненном колонковом снаряде.

$$p = 0,0015 \times 100 + 0,1 = 0,25 \text{ МПа.}$$

Таким образом, оптимальное давление воздуха выявленное расчётным путем составляет от 0,21 до 0,25 МПа.

Обобщая данные расчетов оптимальными параметрами при бурении скважины с подачей сжатого воздуха на забой принимаются:

- количество воздуха – 6,6-9,1 м³/мин;
- давления воздуха – 0,21-0,25 МПа.

Дизельный компрессор Atlas Copco XATS 156 Dd встроенный в буровую установку ПБУ-2 полностью соответствует заданным характеристикам бурения «всухую».

2.6. Реализация намеченных мероприятий по закреплению стенок скважин

Для выше указанной конструкции скважины будут применены обсадные трубы диаметром 146×5 мм.

Крепление скважин обсадными трубами проводится для перекрытия наносов и затронутых процессами выветривания коренных пород. Во всех проектируемых скважинах планируется посадка одной колонны обсадных труб.

Тампонирующее геологоразведочных скважин производится для решения следующих задач: закрепления устья скважины; герметизации кольцевых зазоров между обсадными трубами и стенками скважины; изоляции горизонтов, поглощающих промывочную жидкость; закрепления интервалов с обваливающимися и деформирующимися стенками скважин; разобщения отдельных горизонтов (пластов) в стволе скважины; создания искусственного забоя в стволе скважины.

Практика бурения геологоразведочных скважин показывает, что эффективность работ по тампонированию обуславливается в основном геолого-техническими условиями разреза месторождения, физико-химическими свойствами тампонирующих материалов и смесей, наличием и совершенствованием технических средств по проведению тампонирования и технологией тампонирования скважин. В данных геологических условиях тампонирование затрубного пространства требуется в интервале от 0 до 10 м. Тампонаж будет производиться путем применения бентонитовой глины и КМЦ.

Для успешного закрепления скважины обсадными трубами производим два независимых один от другого вида работ:

- 1) работы, связанные с подготовкой обсадных труб к спуску их в скважину;
- 2) работы, связанные с подготовкой самой скважины.

Трубы укладываются в том порядке, в каком они будут спускаться в скважину. После измерения каждой трубы на конце её, обращенном к устью скважины, делают надпись в виде дроби, числитель которой означает номер трубы, а знаменатель – длину трубы в метрах.

Второй вид работ сводится к приведению ствола скважины в благоприятное для спуска колонн состояние. Перед спуском обсадных труб, скважину предусматривается интенсивно промыть и, если это необходимо, проработать скважину коронкой (долотом) соответствующего диаметра.

Спуск обсадных труб будет производиться с помощью трубных хомутов и специальных элеваторов, свинчивание труб будет производиться шарнирными ключами.

2.7. Проверочные расчеты бурового оборудования

2.7.1. Проверочные расчеты мощности буровой установки

Мощность буровой установки затрачивается в большей части непосредственно на бурение и на питание привода бурового насоса, а на работу лебедки и освещения затрачивается незначительная её часть. Следовательно, произведем расчет затрат мощности только основных потребителей.

Буровая установка – ПБУ-2 в своем составе имеет дизельный генератор с мощностью 46 кВт. Дизельный генератор питает все элементы буровой установки.

1) Проверочные расчет мощности привода бурового станка на бурение

Суммарная мощность определяется по формуле:

$$N_{\Sigma} = N_{\text{ст}} + N_{\text{тр}} + N_{\text{рз}}, \quad (2.7)$$

где, $N_{\text{ст}}$ – затраты мощности для привода бурового станка, кВт; $N_{\text{тр}}$ – мощность на вращение буровой колонны, кВт; $N_{\text{рз}}$ – мощность на разрушение забоя, кВт.

Потери мощности в станке

Затраты мощности для привода самой силовой кинематики станка $N_{\text{ст}}$ (в кВт) находится как:

$$N_{\text{ст}} = N_{\text{дв}} \cdot (0,075 + 0,00012 \cdot n), \text{ кВт}, \quad (2.8)$$

где, $N_{\text{дв}}$ – мощность привода, $N_{\text{дв}} = 46$ кВт; n – расчетная максимальная частота оборотов шпинделя, $n = 280$ об/мин.

$$N_{\text{ст}} = 46 \cdot (0,075 + 0,00012 \cdot 280) = 5 \text{ кВт}.$$

Мощность на вращение буровой колонны

При низких частотах вращения по формуле:

$$N_{\text{тр}} = K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 \left\{ (2,5 \times 10^{-8})(0,9 + 0,02 \times \delta) \left[Dq \frac{D_n q}{(EI)^{0,16}} \right] \times \right. \\ \left. n^{1,85} \times L^{0,75} \times (1 + 0,44 \times \sin \theta_{\text{ср}}) + 2 \times 10^{-7} \delta n G \right\}, \text{ кВт}, \quad (2.9)$$

где, L – длина буровой колонны, м; $L = 100$ м; K_1 – коэффициент, учитывающий влияние смазывающей способности и антивибрационного действия промывочной жидкости на затраты мощности; K_2 – коэффициент, учитывающий влияние состояния стенок скважины (каверны желоба, наличие обсадных труб) на затраты мощности (1 – для нормального геологического разреза); K_3 – коэффициент, учитывающий влияние типа соединений бурильных труб на затраты мощности (1 – для соединения «труба в трубу»); K_4 – коэффициент, учитывающий влияние кривизны бурильных труб на затраты мощности (1,1 – для бурильных труб повышенного качества с ниппельным соединением или соединением «труба в трубу»); K_5 – коэффициент, учитывающий влияние материала бурильных труб на трение труб о стенки скважины (1,0 – для стальных труб);

S – средняя кривизна свечи – 0,3 мм/м;

δ – зазор, между стенками скважины и бурильными трубами – 34,2 мм;

n – частота вращения бурового вала, об/мин;

E – модуль продольной упругости бурильных труб, кгс/см² ($2 \cdot 10^6$ – для стальных труб);

I – экваториальный момент инерции бурильных труб, см⁴;

$\theta_{\text{ср}}$ – средний зенитный угол скважины, град;

G – усилие подачи, $G = 1000$ кгс;

D – наружный диаметр ПРИ, мм $D = 132$ мм;

q – вес 1 м бурильных труб, $q = 8,82$ кг.

Экваториальный момент инерции поперечного сечения БТ, см⁴:

$$I = \frac{\pi}{64} \times (d^4 - d_1^4) \quad (2.10)$$

где, d – наружный диаметр БТ, см; d_1 – внутренний диаметр БТ, см.

$$I = \frac{\pi}{64} \times (6,35^4 - 5,45^4) = 36,5 \text{ см}^4.$$

Средний зенитный угол равен $\theta_{\text{cp}}=0$, так как скважина вертикальная.

Зазор, между стенками скважины и бурильными трубами определяется по формуле:

$$\delta = 0,5 \times (D - d_{\text{н}}), \text{ мм}, \quad (2.11)$$

где, D – диаметр скважины по расширителю, мм; $d_{\text{н}}$ – наружный диаметр бурильных труб, мм.

$$\delta = 0,5 \cdot (132 - 63,5) = 34,2 \text{ мм};$$

$$N_{\text{тр}} = 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,1 \times 1,0 \times \left\{ (2,5 \times 10^{-8})(0,9 + 0,02 \times 34,2) \left[\frac{132 \times 8,82}{(2 \times 10^6 \times 36,5)^{0,16}} \right] \times 140^{1,85} \times 100^{0,75} \times (1 + 0,44 \times \sin 0) + 2 \times 10^{-7} \times 34,2 \times 140 \times 1000 \right\} = 1,77 \text{ кВт}$$

Мощность на разрушение забоя

Определяется по формуле:

$$N_{\text{рз}} = 2,67 \times 10^{-7} \times \left(\mu_0 + \frac{16,7 \Omega v_{\text{мех}}}{n} \right) (D_1 + D_2) G n, \text{ кВт}. \quad (2.12)$$

где, μ_0 – коэффициент, характеризующий трение породоразрушающего инструмента о породу; Ω – коэффициент, учитывающий физико-технические свойства горных пород и характер их разрушения;

$v_{\text{мех}}$ – механическая скорость бурения, принимаем $v_{\text{мех}}=2,5$ м/ч, так как разрез имеет породы V-VI категории по буримости.

$D_{\text{н}}$ и $D_{\text{в}}$ – наружный и внутренний диаметр коронки, мм.

Таблица 2.8 – Значение коэффициентов Ω и μ_0 для твердосплавных коронок

№ п/п	Тип коронки	Ω	μ_{01}
1	Твердосплавная коронка	2,0	0,1

$$N_{pz} = 2,67 \times 10^{-7} \times \left(0,1 + \frac{16,7 \times 2 \times 2,5}{140}\right) \times (132 + 114) \times 1000 \times 140 = 5,76 \text{ кВт};$$

$$N_6 = 3,26 + 1,77 + 5,76 = 10,79 \text{ кВт.}$$

2) Расчет компрессора

Компрессор Atlas Copco XATS 156 Dd встроенный в буровую установку ПБУ-2 соответствует основным характеристикам (количество подаваемого воздуха в скважину, давление воздуха в скажине), которые были рассчитаны для данной скважины (формула 2.5, формула 2.6) при бурении сжатым воздухом.

2.7.2. Проверочные расчеты грузоподъемности мачты

Расчет и выбор схемы талевой системы

ПБУ-2 оснащена подвижным вращателем с гидравлическим приводом, следовательно, необходимости в расчете талевой системы нет, так как спуско-подъемные операции производятся за счет подвижного вращателя.

Произведем расчет веса бурового снаряда и сравним с усилием подачи вверх буровой установки. Необходимые данные приведены в таблице 2.9.

Таблица 2.9 – Исходные данные

Длина колонны, L, м	100
Тип мачты	сварная конструкция
Усилие подачи вниз, кг	2900
Усилие подачи вверх, кг	4900
Тип бурового станка	УРБ-2А-2Д
Типоразмер бурильных труб	63,5×4,5
Длина свечи, $l_{св}$, м	3
Вес 1 м бурильных труб, кг	8,82

Полный вес бурового снаряда в статическом состоянии определяется по формуле:

$$Q_{кр} = \alpha_1 q L \left(1 - \frac{\gamma_{ж}}{\gamma_{м}} \right), \text{ кг}, \quad (2.13)$$

где, α_1 – коэффициент, учитывающий муфтово-замковое соединение БТ, $\alpha_1=1,1$;

q – вес 1 метра труб, $q = 8,82$ кг;

L – длинна колонны, $L = 100$ м;

$\gamma_{ж}$ – удельный вес промывочной жидкости. Не учитывается, так как бурение происходит всухую;

$\gamma_{м}$ – удельный вес металла, $\gamma_{м}=7,85$ г/см³.

$$Q_{кр} = 1,1 \times 8,82 \times 100 \times 1 = 970,2 \text{ кг},$$

Максимальный вес бурового снаряда равен 970,2 кг, усилия подачи вверх установки ПБУ-2 равен 3500 кг (таблица 2.2). Отсюда максимальный вес снаряда не превышает усилие подачи вверх буровой установки.

2.7.3. Проверочный расчет бурильных труб на прочность

Расчет бурильных труб сводится к определению запаса прочности в трех характерных сечениях колонны (верхнее, нижнее, нулевое).

Оптимальная осевая нагрузка равна 1000 кгс, что больше чем вес колонны бурильных труб, следовательно, бурение будет вестись с дополнительной осевой нагрузкой. Это говорит о том, что расчет необходимо производить только для нижнего сечения.

Расчет колонны бурильных труб в нижнем (сжатом) сечении

Расчет колонны бурильных труб в нижнем сечении сводится к статическому расчету на сложное напряженное состояние.

Предел текучести для стали 38ХНМ составляет 5500 кгс/см². Запас прочности определяется по формуле:

$$n_{\text{ж}} = \frac{[\sigma_T]}{\sigma_{\Sigma p}} \geq 1,7, \quad (2.14)$$

где, $[\sigma_T]$ – предел текучести материала БТ, $[\sigma_T] = 5500$ кгс/см²;

$\sigma_{\Sigma p}$ – суммарное напряжение в нижней части БТ, кгс/см².

Суммарное напряжение согласно теории прочности:

$$\sigma_{\Sigma} = \sqrt{(\sigma_{\text{сж}} + \sigma_{\text{из}})^2 + 4\tau^2}, \quad (2.15)$$

где, $\sigma_{\text{сж}}$ – напряжение сжатия, кгс/см²; $\sigma_{\text{из}}$ – напряжение изгиба, кгс/см²;

τ – касательные напряжение, кгс/см².

Напряжение сжатия:

$$\sigma_{\text{сж}} = \frac{P_{\text{ос}}}{F}, \quad (2.16)$$

где, $P_{\text{ос}}$ – осевая нагрузка на ПРИ, кгс ; F – площадь сечения БТ, см².

$$F = \frac{\pi}{4} \times (d^2 - d_1^2), \quad (2.17)$$

где, d – наружный диаметр БТ, см; d_1 – внутренний диаметр БТ, см.

$$F = \frac{\pi}{4} \times (6,35^2 - 5,45^2) = 8,34 \text{ см}^2;$$

$$\sigma_{\text{сж}} = \frac{1000}{8,34} = 107,96 \text{ кгс/см}^2.$$

Напряжение изгиба:

$$\sigma_{\text{изг}} = \frac{\pi^2 E J f}{l^2 W_{\text{изг}}}, \quad (2.18)$$

где, E – модуль Юнга, $E = 2 \cdot 10^6$ кгс/см²; J – экваториальный момент инерции поперечного сечения БТ, см⁴:

$$J = \frac{\pi}{64} (d_{\text{н}}^4 - d_{\text{в}}^4), \quad (2.19)$$

$$J = \frac{\pi}{64} (6,35^4 - 5,45^4) = 36,49 \text{ см}^4,$$

f – стрела прогиба бурильных труб, см:

$$f = 0,5 \times (D - d_{\text{н}}) \quad (2.20)$$

где, D – диаметр скважины по расширителю, см; $d_{\text{н}}$ – наружный диаметр БТ, см.

$$f = 0,5 \times (13,2 - 5,45) = 3,87 \text{ см};$$

l – длина полуволны прогиба бурильных труб, см:

$$l = \frac{10}{\omega} \sqrt{0,5z + \sqrt{0,25z + \frac{E J \omega^2}{10^3 q g}}}, \quad (2.21)$$

где, q – вес 1 м бурильных труб, кгс; g – ускорение силы тяжести, м/с²;

z – длина рассматриваемого участка колонны, $z = 100$ м; ω – угловая скорость вращения с⁻¹:

$$\omega = \frac{\pi n}{30} \text{ с}^{-1} \quad (2.22)$$

где, n – частота оборотов бурильных труб в минуту.

$$\omega = \frac{3,14 \times 140}{30} = 14,65 \text{ с}^{-1}$$

$$l = \frac{10}{14,65} \sqrt{0,5 \times 100 + \sqrt{0,25 \times 100^2 + \frac{2 \times 10^6 \times 36,49 \times 14,65^2}{10^3 \times 8,82 \times 9,81}}} = 14,93 \text{ см.}$$

Длина полуволны прогиба более длины одной бурильной трубы, следовательно, по рекомендации Саркисова Г.М. [] принимаем длину полуволны прогиба равной длине одной бурильной трубы, $l = 3 \text{ м}$.

Полярный момент сопротивления изгибу площади рассчитываемого сечения трубы равен:

$W_{из}$ – полярный момент сопротивления сечения бурильных труб при изгибе, см^3 :

$$W_{из} = \frac{\pi}{32} \times \frac{d_H^4 - d_B^4}{d_H}, \quad (2.23)$$

$$W_{из} = \frac{3,14}{32} \times \frac{6,35^4 - 5,45^4}{6,35} = 11,49 \text{ см}^3,$$

$$\sigma_{изг} = \frac{\pi^2 E J f}{l^2 W_{изг}} = \frac{3,14^2 \times 2 \times 10^6 \times 36,49 \times 3,87}{300^2 \times 11,49} = 2692,8 \text{ кгс.}$$

Напряжение кручения:

$$\tau = \frac{M_{кр}}{W_{кр}}, \quad (2.24)$$

где, $M_{кр}$ – крутящий момент, $\text{кгс} \cdot \text{см}$; $W_{кр}$ – полярный момент сопротивления кручению поперечного сечения БТ, см^3 :

$$M_{кр} = 97400 \frac{N}{n}, \quad (2.25)$$

где, N – затраты мощности, кВт:

$$N = 1,5 \times N_{pz}, \quad (2.26)$$

где, N_{pz} – мощность на разрушение забоя, кВт.

$$N = 1,5 \times 5,76 = 8,64 \text{ кВт.}$$

$$M_{кр} = 97400 \frac{8,64}{140} = 6010,97 \text{ кгс} \times \text{см.}$$

Полярный момент сопротивления кручению поперечного сечения буровых труб определяем по формуле:

$$W_{кр} = \frac{\pi}{16} \times \frac{d^4 - d_1^4}{d}, \text{ см}^3 \quad (2.27)$$

$$W_{кр} = \frac{3,14}{16} \times \frac{6,35^4 - 5,45^4}{5,45} = 22,99 \text{ см}^3;$$

$$\tau = \frac{6010,97}{22,99} = 261,46 \text{ кгс/см}^2.$$

Суммарное напряжение:

$$\sigma_{\Sigma} = \sqrt{(107,96 + 2692,8)^2 + 4 \times 261,46^2} = 2849,2 \text{ кгс.}$$

Запас прочности буровых труб:

$$n_{сж} = \frac{5800}{2849,2} = 2 \geq 1,7.$$

Данный расчет показал, что коэффициент запаса прочности превышает допустимый запас прочности, следовательно, буровые трубы в нижнем сечении при заданных режимах бурения не должны выходить из строя.

2.8. Разработка мероприятий по предупреждению аварий при бурении скважин

Следует помнить, что аварию легче предупредить, чем ликвидировать: исходя из этого, рекомендуется к применению следующий перечень мероприятий, способствующих их предупреждению.

Для предупреждения аварий с обрывами бурильных труб необходимо: применять бурильные трубы, соответствующие по своей прочности выбранному режиму бурения; проводить систематическое шаблонирование бурильных труб и осмотр их соединений; обеспечивать условия складирования и транспортировки бурильных труб, не допускающие их порчу и т. д.

Для предупреждения аварии в результате прихватов бурильных колонн необходимо: не допускать накопления и оседания шлама в скважине, для чего применять промывочные жидкости, соответствующие условиям бурения, в количестве, достаточном для выноса шлама; устраивать циркуляционную систему, обеспечивающую очистку раствора; проводить спуск инструмента в нижней части ствола скважины с промывкой и вращением: проводить специальную очистку скважины от шлама (при необходимости – в каждом рейсе); систематически осматривать бурильную колонну с целью выявления мест утечки промывочной жидкости: своевременно перекрывать обсадными трубами зоны неустойчивых пород и поглощений; подбирать промывочные жидкости, способствующие укреплению стенок скважины, и тампонажные смеси для ликвидации поглощений промывочной жидкости; прорабатывать ствол скважины в зоне затяжек; спуск и подъем в этих интервалах проводить с вращением и интенсивной промывкой растворами с пониженной водоотдачей; не оставлять буровой снаряд на длительное время на забое или в призабойной зоне при прекращении вращения и промывки.

Для предупреждения аварий с обсадными трубами необходимо: проверять перед спуском обсадные трубы по диаметру, на целостность резьб и тела труб; проверять исправность бурового оборудования и спускоподъемных приспособлений; производить кавернометрию скважины; при возможности облегчать глинистый раствор; не допускать при спуске колонны обсадных труб их вращения и забивания шламом; при длинных колоннах (особенно тонкостенных) применять обратные клапаны; производить перед спуском колонн обсадных труб их наружную смазку (мазутом, нефте-графитовой пастой и т.п.) для облегчения извлечения.

Для предупреждения аварии с породоразрушающим инструментом необходимо: не допускать спуск в скважину коронок имеющих дефекты резьб, трещины корпусов и матриц, с забитыми промывочными отверстиями и другими дефектами; наворачивать алмазные коронки и расширители специальными ключами; прекращать бурение и производить подъем инструмента при резком падении механической скорости, возникновении вибрации и посторонних процессов в скважине; обеспечивать полную герметичность всех соединений бурового снаряда во избежание утечек промывочной жидкости; при замене породоразрушающего инструмента следить за соответствием его диаметров.

Для предупреждения аварий при работе в скважине необходимо: ознакомить каротажную бригаду перед производством работ с особенностями конструкции и состоянием скважины, с возможными зонами осложнений; проработать ствол скважины перед спуском геофизических и других скважинных приборов и снарядов; проверять соответствие кабеля (троса) глубине производимых работ, его целостность, прочность крепления скважинных приборов и устройств; прекратить спуск скважинных приборов при их затяжках, приборы поднять и повторить проработку скважины.

Для предупреждения аварий из-за падения посторонних предметов в скважину необходимо: закрывать устье скважины при поднятых буровых трубах; следить за исправностью ключей, вилок, ручного инструмента,

спуско-подъемных приспособлений; систематически проверять состояние деталей вращателя станка.

2.9. Выбор источника энергии

Силовой привод является неотъемлемой частью бурового станка и во многом определяет его технические параметры и эксплуатационные характеристики.

Силовые приводы подразделяются на:

- двигатели внутреннего сгорания;
- электрические двигатели;
- гидравлические и пневматические двигатели.

В настоящее время широкое применение находят дизель-электрический, дизель-гидравлический, газотурбинный приводы. Каждый из них, в свою очередь, различается по типу первичного двигателя, роду тока, типу передач, количеству механизмов, приводимых от одного двигателя.

В современных буровых установках для геологоразведочного бурения в качестве силового привода применяется в основном электродвигатели переменного тока и двигатели внутреннего сгорания. По количеству механизмов, подключаемых к одному двигателю, выделяют три типа приводов:

Индивидуальный привод на каждый исполнительный механизм.

1. Групповой привод. В этом случае все исполнительные механизмы установки получают привод от одного двигателя.

2. Комбинированный привод. При таком приводе основные исполнительные органы бурового станка приводятся от одного двигателя, а все другие механизмы (насос, трубразворот, глиномешалка и др.) – от другого.

К силовому приводу предъявляются следующие требования: легкость и компактность, экономичное потребление горюче-смазочных материалов

или электроэнергии, простота и легкость монтажа, надежность в работе, простота обслуживания и ремонта, гибкость характеристики.

Буровая установка ПБУ-2 собрана на базе КамАЗ-43114. Привод станка осуществляется дизельный двигателем КамАЗ 740.31-240 мощностью 46 кВт который питает все элементы буровой установки.

Приводной дизель станка и компрессора установлены в передней части салона, отделанной звукоизоляционной стенкой. Двигатель монтируется на раме автомобиля КамАЗ-43114. Применение палубного силового агрегата снижает амортизацию двигателя транспортного средства.

2.10.Механизация спуско-подъемных операций

Спуско-подъёмные операции (СПО) при колонковом бурении решающим образом влияют на производительность буровых работ. При ручной сборке и разборке бурильной колонны эти операции весьма длительны, трудоёмки и опасны.

СПО бурильных труб осуществляется при помощи подвижного вращателя. Диаметр бурильной трубы составляет 63,5 миллиметра. Свинчивание и развинчивание труб осуществляется вращателем и подкладными вилками.

В качестве элеватора выступает патрон-элеватор. Конструкция патрона-элеватора обеспечивает безопасную работу при наращивании и разборке колонны. Схема патрона-элеватора показан на рисунке 2.6.

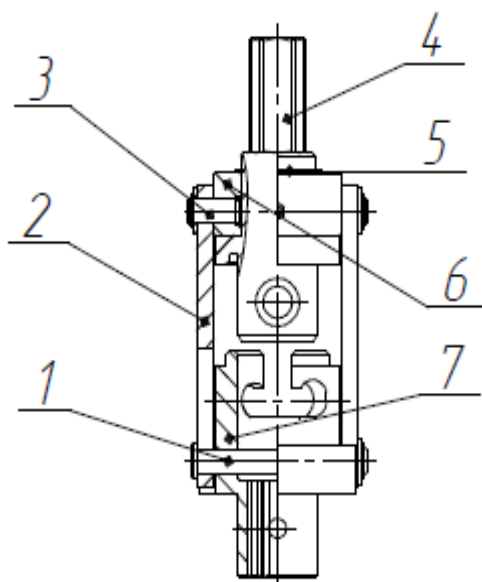


Рисунок 2.6 – Патрон-элеватор

1, 3 – ось; 2 – тяга; 4, 7 – хвостовик; 5 – стопорное кольцо; 6 – хомут

2.11. Использование буровой контрольно-измерительной аппаратуры (БКИА)

Прогресс и высокие показатели при сооружении скважин во многом зависят от оперативного контроля и организации процесса бурения с помощью контрольно-измерительной аппаратуры. Применение аппаратуры и средств автоматики обеспечивает безаварийность работ, повышает технико-экономические показатели.

Буровая установка ПБУ-2 оснащена панелью управления, на которой отображаются все параметры бурения, а также осуществляется управление всеми узлами буровой установки. Панель управления включает в себя следующие элементы:

- индикатор давления подачи;
- индикатор усилия подачи;
- индикатор температуры гидросистемы;
- индикатор температуры ОЖ ДВС;
- индикатор давления гидросистемы;

- индикатор давления масла в ДВС;
- индикатор частоты вращения;
- расходомер;

Управление буровым оборудованием осуществляется:

- рычагами управления домкратами;
- рычагом управления вращением;
- рычагом регулировки расхода компрессора;
- рычагом управления лебёдкой;
- рычагом управления мачтой;
- рычагом управления подачи;
- дросселем регулирования частоты вращения;
- кнопкой аварийной остановки.

2.12. Монтаж и демонтаж бурового и силового оборудования

Перед транспортированием мачта укладывается в транспортное положение с помощью гидросистемы и переезжает на новую точку со всем буровым оборудованием. Бурильный инструмент складывается в кузове транспортной базы «КамАЗ». Строительство зумпфа производится на новой точке заблаговременно экскаватором. Жилой вагончик буксируется самой же установкой. Строительство подъездных путей и площадок для буровой установки осуществляется бульдозером, если в этом есть необходимость.

Электроснабжение буровой установки производится от палубного дизельного двигателя.

2.13. Ликвидация скважин

По окончании бурения производится ликвидация скважин. Ликвидация скважин заключается в извлечении обсадных труб, ликвидационном тампонировании и рекультивации буровых площадок.

Извлечение обсадных труб из скважины производится при помощи лебедки. В тех случаях, когда не удастся поднять трубы с помощью лебедки – применить домкраты. После извлечения обсадных труб производим ликвидационное тампонирование скважин с целью предотвращения загрязнения водоносных горизонтов, уровень которых находится на глубине от 15 до 20 м. Так как подземные воды обладают средней водообильностью, тампонирование производим портландцементом ПЦТ (ГОСТ 1581–96). Цемент закачиваем в скважину до устья. На устье скважины устанавливаем репер с информацией о скважине. Технические характеристики портландцемента ПЦТ приведены в таблице 2.10.

Таблица 2.10 – Технические характеристики тампонажного портландцемента ПЦТ

Тип смеси	В/Ц	Сроки схватывания, мин		Плотность, т/м ³	Основные свойства
		начало	окончание		
ПЦ-Д0	0,5	120	600	1,83	Хорошая текучесть и прокачиваемость

Рабочая площадь выравнивается бульдозером после окончания бурения скважин на каждом профиле и их закрытия. Производится рекультивация земель.

3. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

При проведении геологоразведочных работ на территории Крайнего Севера, в местах отдаленных от населенных пунктов, где не развита инфраструктура необходимо большее внимание уделять производственной и экологической безопасности.

Район, в котором проходят рассматриваемые работы, находится в Булунском улусе Республики Саха (Якутия), имеет экстремальные природные условия. В основном, это наличие низких температур. Работы на данном участке проводятся круглогодично, а именно буровые и горные работы – в зимне-весенний период, полевые и опробовательские – летне-осенний.

Целью геологоразведочных работ является поиск и оценка коренных и россыпных месторождений алмазов.

3.1. Производственная безопасность

Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой среды представлено в виде таблицы 3.1:

Таблица 3.1. Основные элементы производственного процесса геологоразведочных работ, формирующие опасные и вредные факторы

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Полевые работы: 1) Поисковые маршруты; 2) Проходка шурфов; 3) Геофизические работы; 4) Опробование (полотна канавы, керны скважины) с помощью инструментов или в ручную; 5) Документация полотна канавы, керны скважины; 6) Бурение скважин Проектные, лабораторные и камеральные работы: 1) Изучение фондовой литературы 2). Обработка результатов работ 3) Составление проектно-сметной документации и графических приложений к проекту 4) Составление геологического отчета с использованием ЭВМ	1. Превышение уровня шума; 2. Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе; 3. Повышенная запыленность и загазованность рабочей зоны; 4. Тяжесть и напряженность физического труда; 5. Повреждения в результате контакта с животными, насекомыми, пресмыкающимися;	1. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования; 2. Электрический ток	1. ГОСТ 12.1.003-2014 [9] 2. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [10] 3. ГОСТ 5542-2014 [11] 4. ГОСТ 12.1.005-88 (с изм. 2000 г. [12] ГОСТ 12.1.012-2004 [13] ГОСТ 31192.1-2004 (ИСО 5349-1:2001) [14] СН 2.2.4/2.1.8.566-96 [15] ГОСТ 12.2.003-91 [16] ГОСТ 12.4.125-83 [17] ПУЭ [18] ПЭЭП [19] ГОСТ 12.1.038-82 [20] ГОСТ 12.2.007.0-75 [21] ГОСТ 12.2.007.3-75 [22] ГОСТ 12.4.124-83 ССБТ [23].

3.1.1. Анализ вредных факторов и мероприятия по их устранению

1. Превышение уровней шума и вибрации

Шум может создаваться работающим оборудованием: буровыми установками, машинами. В результате исследований установлено, что шум ухудшает условия труда, оказывает вредное воздействие на организм человека. Действие шума различно: затрудняет разборчивость речи, вызывает необратимые изменения в органах слуха человека, повышает

утомляемость. Предельно допустимые значения (до 80 децибел), характеризующие шум, регламентируются согласно ГОСТ 12.1.003-2014. Допустимые уровни звукового давления и эквивалентного уровня звука приведены в таблица 3.2.

Таблица 3.2 – Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности в дБА [10]

Категория напряжённости трудового процесса	Категория тяжести трудового процесса				
	Лёгкая физическая нагрузка	Средняя физическая нагрузка	Тяжёлый труд 1 степени	Тяжёлый труд 2 степени	Тяжёлый труд 3 степени
Напряжённость лёгкой степени	80	80	75	75	75
Напряжённость средней степени	70	70	65	65	65
Напряжённый труд 1 степени	60	60	-	-	-
Напряжённый труд 2 степени	50	50	-	-	-

Для уменьшения шума необходимо устанавливать звукопоглощающие кожухи, применять противозумные подшпипники, глушители, вовремя смазывать трущиеся поверхности, а также использовать средства индивидуальной защиты: наушники, беруши.

Вибрация в бурении возникает при спуско-подъемных операциях от работающих двигателей (лебедки, насосов, вибросит). Под действием вибрации у человека развивается вибрационная болезнь.

Различают местную и общую вибрацию. Общая вибрация наиболее вредна, чем местная. В результате развития вибрационной болезни нарушается нервная регуляция, теряется чувствительность пальцев, расстраивается функциональное состояние внутренних органов. Вибрация при частоте 16 Гц не должна превышать амплитуду 0÷28 мм.

Предельно допустимые значения, характеризующие вибрацию, регламентируются согласно ГОСТ 12.1.012-2004 [13].

Таблица 3.3 – Предельно допустимые значения и уровни производственной вибрации по СН 2.2.4/2.1.8.566-96 [15]

Вид вибрации	Категория вибрации	Нормативные эквивалентные корректированные значения и уровни виброускорения	
		м/с	дБ
Локальная		2,0	126
Общая	1	0,56	115
		0,40	112
	2	0,28	109
		0,2	106
	3а	0,1	100
		0,071	97
	3б	0,04	92
		0,028	89
	3в	0,014	83
		0,0099	80

Основные методы борьбы с вибрацией делятся на две группы:

- снижение вибрации в источнике ее возникновения, необходимо производить своевременный профилактический осмотр и ремонт, подтягивание ослабевших соединений, своевременно смазывать вращающиеся детали;

- уменьшение параметров вибрации по пути ее распространения от источника виброизоляцией, которая заключается в уменьшении передачи колебания от вибрирующего устройства к защищаемому объекту помещением между ними упругих устройств. Эти устройства называются виброизоляторами.

Для снижения вибрации буровой колонны следует применять антивибрационную смазку. Для снижения вибрации станка применяются амортизаторы из упруговязких материалов (резины, войлока, пробки и т.д.). Предусмотрены также средства индивидуальной защиты – антивибрационные коврики.

2. Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе

Средняя температура января -40° , июля $+13^{\circ}\text{C}$. Осадков выпадает 150—300 мм в год. В Тикси самый холодный месяц по средней и минимальной температуре-февраль, его средняя температура -39.2°C , а минимальная $-50,5^{\circ}\text{C}$. Среднегодовая температура в Тикси $-17,8^{\circ}\text{C}$, средняя температура июля $+2,9^{\circ}\text{C}$, августа $+3,6^{\circ}\text{C}$.

Снежный покров держится в среднем 220–250 дней. Для района характерны ветры в основном северные и южные. Зимой преобладают ветры с суши на море, а летом – в обратном направлении. Максимальная скорость ветра зимой достигает 35 м/с, летом – 20 м/с

В условиях воздействия низких температур может происходить переохлаждение организма за счет увеличения теплоотдачи. При низкой температуре окружающего воздуха резко увеличиваются потери тепла путем конвекции, излучения.

3. Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны

В воздухе помещений так же, как и в атмосферном воздухе всегда содержится мылкая и крупная пыль. В сильно запылённом воздухе рабочей среды дыхание становится затруднённым, насыщение крови кислородом ухудшается, что предрасполагает к лёгочным заболеваниям. При продолжительном действии пыли, в качестве неблагоприятного воздействия, на органы дыхания человека может развиваться профессиональное заболевание – пневмокониоз или аллергические заболевания.

Загазованность воздуха рабочей зоны относится к группе вредных производственных и физически опасных для человека факторов согласно ГОСТ 12.0.003-2015 [8].

Основные методы борьбы с запылённостью и загазованностью на участке объекта:

- оптимальный выбор площадки расположения КС (должна учитываться роза ветров) и конструкции воздухозаборных устройств;
- улучшение конструкции воздухозабора;

- увлажнение воздуха рабочей среды;
- проведение регулярного контроля загазованности рабочей зоны;
- соблюдение требований безопасности;
- применение СИЗ: респираторы, рациональная организация труда и отдыха работающих.

4. Тяжесть физического труда

Наиболее всего утомление проявляется при проведении горнопроходческих работ. Основным при выполнении данного вида работ является физический труд, в результате которого происходит утомление мышц и снижение мышечной деятельности человека. Для снижения результатов воздействия данного фактора необходимо чередование периодов работы и отдыха.

5. Повреждения в результате контакта с насекомыми и животными

Данный фактор имеет особое значение, так как в районе много кровососущих насекомых комаров, мошки, отмечается присутствие медведей, волков.

Для предотвращения укусов насекомых все работники партии будут обеспечены энцефалитными костюмами, индивидуальными медицинскими пакетами и средствами защиты (специальные мази, кремы, лосьоны, репелленты, спреи).

В летнее время нападение диких зверей, таких как медведи и волки на человека случается очень редко. Для максимального предотвращения любых повреждений в случае контакта с животными будут выданы сигнальные огни для отпугивания животных. Так же, по правилам безопасности, следует не провоцировать на агрессию встреченных диких зверей, а попытаться отступить, не делая резких телодвижений.

3.1.2. Анализ опасных факторов и мероприятия по их устранению

1. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования, острые кромки, заусеницы и шероховатость на поверхности инструментов

В качестве основных причин травм могут выступать вращающиеся части буровых станков, неправильная эксплуатация или неисправное буровое оборудование и приборы. Случаи травматизма при работах с полевой техникой могут быть связаны с такими операциями, как: монтаж-демонтаж бурового оборудования, спускоподъемные операции, отбор керна буровых скважин и др.

В целях безопасности монтаж-демонтаж оборудования осуществляется в соответствии со схемой и технологическими регламентами, составленными на основании инструкции по эксплуатации завода-изготовителя, утвержденными главным инженером.

Буровое оборудование должно соответствовать общим требованиям безопасности производственного оборудования по ГОСТ 12.2.003-91[16].

Правила безопасной работы при производстве механического колонкового бурения подробно изложены в «Правилах безопасности при геологоразведочных работах», ПБ 08-37-2005.

2. Электрический ток

Опасность поражения электрическим током связана с применением в предусмотренных проектом работах буровых станков с двигателем переменного тока мощностью 30 кВт. Питание электродвигателя осуществляется от передвижной дизельной электростанции трехфазным напряжением 380 В. Для работы на данном буровом оборудовании персоналу требуется 3 группа допуска по электробезопасности, дающая право работы на электроустановках до 1000 В.

Поражение током может произойти в случае прикосновений к токоведущим частям под напряжением; к нетокоевущим металлическим

элементам конструкции электрооборудования и установок при переходе на них напряжения с других токоведущих элементов.

Существуют следующие меры обеспечения электробезопасности по ГОСТ 12.1.019-2009 [17]:

- конструкция электроустановок;
- технические способы и средства защиты;
- организационные и технические мероприятия.

Конструкция электроустановок должна соответствовать требованиям электробезопасности и быть выполнена таким образом, чтобы работающий персонал не подвергался вредному и опасному воздействию электрического тока и электромагнитного поля.

3.2. Экологическая безопасность

Краткая характеристика геоэкологической обстановки на территории

Планируемая площадь располагается в пределах Булунского улуса в бассейне реки Лена и её левого притока р. Эекит севернее полярного круга.

Рельеф местности расчленен довольно густой сетью речных долин.

По характеру растительности район относится к подзоне северной тайги. Лес разной густоты, в среднем на 1 га количество деревьев – от 500 до 600 шт., состоит из даурской лиственницы с густым подлеском кустарников карликовой березы, ольхи и ивы.

Источники выбросов загрязняющих веществ (оксид углерода, оксиды азота, углеводороды, сажа, диоксид серы, глинопорошок, цемент, сероводород) в атмосферу – экскаватор, буровые установки и обслуживающий автотранспорт, будут характеризоваться постоянным изменением местоположения, количеством одновременно работающих источников, а также различным режимом и временем работы.

Отсутствие вблизи участка промышленных предприятий, загрязняющих атмосферный воздух и небольшие перепады высот, будут способствовать рассеиванию вредных веществ в воздушных потоках.

Таким образом, загрязнение атмосферы при производстве работ будет иметь локальный и кратковременный характер и при условии соблюдения норм эксплуатации машин и механизмов не окажет существенного влияния на природную среду.

Мероприятия по охране водных ресурсов

Для защиты поверхностных водотоков от загрязнения буровые скважины будут расположены вне водоохраных зон. Стоянка и мойка автотранспорта в пределах водоохраных зон водотоков будет запрещена, поэтому загрязнение поверхностных вод не будет. Хранение нефтепродуктов и капитальный ремонт техники при производстве работ не предусмотрены.

При проведении работ будет предусмотрено водоснабжение привозной питьевой и технической водой.

Технология геологического изучения алевролита, песчаника и магматических пород не предусматривает забора воды из подземных водоисточников и сброса сточных вод в поглощающие горизонты, в связи с чем, загрязнение и истощения подземных водоисточников также не произойдет. В процессе бурения слив воды после промывки керна будет производиться в шламоборники (отстойники), где она после отстаивания будет использоваться повторно. С целью сохранения подземных вод от загрязнения в скважинах водоносные горизонты и зоны поглощения промывочной жидкости будут изолироваться обсадными трубами или тампониrowались специальными средствами и смесями.

Мероприятия по охране земельных ресурсов, растительного и животного мира

Виды и методика планируемых работ не связаны с сильным загрязнением и нарушением поверхностного почвенно-растительного слоя. Нарушенные земли связаны с расчисткой буровых площадок, подъездных

дорог к ним, с проходкой и валовым опробованием в опытных карьерах на месте уже существующего карьера. Буровые площадки будут размещаться с минимальным нарушением леса и использованием существующих дорог, просек и полей, а опытные карьеры – на участках выходов полезной толщи на дневную поверхность с минимальной мощностью почвенно-растительного слоя.

Проектом предусмотрен комплекс работ, направленный на приведение нарушенных земель в состояние, пригодное для дальнейшего их использования по назначению. После проведения бурения предусматривается извлечение труб и засыпка скважин. Поскольку основные виды и методика проводимых работ не связаны с сильным загрязнением поверхностного почвенно-растительного слоя, достаточно проводить только технический этап рекультивации в расчете на самовосстановление почвы.

В процессе пользования недрами формируются источники акустических, тепловых, электромагнитных эффектов, что определяется как фактор беспокойства для животного мира. Для минимизации негативного воздействия на объекты растительного и животного мира будут выполняться следующие природоохранные мероприятия: запрет проезда техники вне организованной дорожной сети; пресечение незаконного охотничьего промысла и рыболовства путем запрета со стороны администрации предприятия; применение шумозащитных средств для работающих узлов машин; производство всех работ только в светлое время суток.

3.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация — это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которая может повлечь или повлекла за собой человеческие жертвы, а также ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей

Для обеспечения безопасности в чрезвычайных ситуациях (ЧС) необходимо выявить наиболее возможные. К ним относятся:

- природные;
- техногенные;
- военные.

Для района работ наиболее вероятными являются чрезвычайные ситуации техногенного характера (пожары, взрывы и аварийные ситуации). Одной из самых вероятных ЧС являются пожары.

Пожар — это неконтролируемое горение, сопровождающееся уничтожением материальных ценностей и создающий опасность для жизни людей.

Основные причины пожара: неосторожное обращение с открытым огнем (курение, костры, сварка, искры), электрооборудованием, халатность персонала, разряды статического электричества, удар молнии.

Основные меры устранения причин пожара: соблюдение правил пожарной безопасности и инструкций по эксплуатации технических средств. Должно быть специально отведено место для курения.

Противопожарный щит должен быть установлен в 8...10 м от рабочего места бурильщика.

Перечень противопожарного инвентаря на буровой приведен в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Противопожарный

№ п/п	Наименование	Количество
1	Огнетушители порошковые ОП-4	2 шт.
2	Огнетушители углекислотные ОУ-2	2 шт.
3	Ящик с песком емкостью 0,5 м ³	1 шт.
4	Емкость с водой 250 л.	1 шт.
5	Комплект шанцевого инструмента: <ul style="list-style-type: none"> • лопаты • багры • ломы • топоры 	2 шт. 2 шт. 2 шт. 2 шт.
6	Противопожарные ведра	2 шт.
7	Противопожарный щит	1 шт.

Мероприятия противопожарной безопасности:

- проведение инструктажей по противопожарной безопасности и обучение работе с противопожарным инвентарем;
- огнетушители должны быть опечатаны и перезаряжаться в определенные сроки;
- разводить огонь не менее чем в 30 м от буровой установки;
- полы, стеллажи, верстаки необходимо систематически очищать от масляных, легковоспламеняющихся материалов.

Подъезды и подходы к зданиям, места расположения противопожарного инвентаря должны быть свободны, в ночное время освещены, в зимнее время расчищены. Площадки для хранения топлива и горюче смазочных материалов располагается не ближе 50 м от буровой установки. Резервуары с горючим надо располагать в низких местах, чтобы, при возникновении пожара, разлитая горючая жидкость не могла стекать к нижестоящей буровой установке.

Для обеспечения безопасности необходимо разработать мероприятия по профилактике и защите людей и материальных ценностей.

Все лица, вновь принимаемые на работу, в том числе и временную, должны проходить первичный противопожарный инструктаж.

3.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

3.4.1. Специальные правовые нормы трудового законодательства

К самостоятельному выполнению работ по бурению скважин допускаются лица, возраст которых соответствует установленному законодательством, прошедшие медицинский осмотр в установленном порядке и не имеющие противопоказаний к выполнению данного вида работ, имеющие соответствующую квалификацию и допущенные к самостоятельной работе в установленном порядке. Перед допуском к самостоятельной работе рабочий проходит стажировку в течение 2...14 смен (в зависимости от характера работы, квалификации работника) под руководством специально назначенного лица.

Все рабочие, специалисты и студенты-практиканты при работе в районах, опасных по эпидемическим заболеваниям, подлежат обязательным предохранительным прививкам в порядке, устанавливаемом Министерством здравоохранения Российской Федерации.

Рабочий должен пройти инструктажи по безопасности труда:

- при приеме на работу – вводный и первичный на рабочем месте;
- в процессе работы не реже одного раза в 6 месяцев – повторный;
- при введении в действие новых или переработанных правил, инструкций по охране труда, замене или модернизации оборудования, приспособлений и инструмента, нарушении требований безопасности труда, которые могут привести или привели к травме или аварии, перерывах в работе более чем 60 календарных дней – внеплановый.

Работа в условиях повышенной опасности должна производиться по наряду-допуску с указанием необходимых мер безопасности. Перечень работ, на выполнение которых необходимо выдавать наряд-допуск, и лица, уполномоченные на их выдачу, утверждаются главным инженером предприятия.

4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ И ПОДСОБНЫЕ ЦЕХИ

4.1. Организация ремонтной службы

АО «Алмазы Анабара» имеет механическую мастерскую с необходимым количеством металлообрабатывающих станков, кузнечный и сварочный цех.

В случае выхода из строя какой-либо детали или узла, буровой мастер выполняет эскиз детали и отправляет его начальнику партии со следующим на базу предприятия автотранспортом. Начальник партии дает указание на изготовление или ремонт детали. После выполнения работ деталь отправляется в бригаду. При необходимости буровой мастер может вызвать специалиста на буровую площадку с базы предприятия.

Профилактические работы, ТО бурового оборудования производится непосредственно на буровых силами буровой бригады.

4.2. Организация энергоснабжения

Энергоснабжение буровой, а также жилых вагон-домов будет осуществляться при помощи дизель-генератора мощностью 60 кВт. Этот способ является самым удобным и целесообразным с экономической точки зрения, так как подключение к сетям ЛЭП невозможно из-за их отсутствия вблизи участка проведения работ. Снабжение дизеля топливом будет осуществляться из ёмкости объёмом 5000 литров, с периодичностью раз в неделю. Заправка ёмкости будет производиться путём завоза дизтоплива на буровую автотранспортом.

4.3. Организация водоснабжения

При бурении скважин сжатым воздухом необходимость промывочной жидкости отсутствует. Для водоснабжения базы и буровой бригады используется «водовозка» на базе автомобиля «Урал».

4.4. Транспортный цех

Для организации работ на участке используется следующее транспортное оборудование:

- вахтовый транспорт (ПАЗ, УАЗ) – для доставки персонала от базы партии до участка работ и обратно;
- грузовой транспорт (УРАЛ) – транспортировка необходимых грузов с базы, доставка дизтоплива на буровую;
- служебный транспорт (УАЗ, УРАЛ, ПАЗ) – для доставки смен к месту буровых работ, для привоза работников геологических и других служб;
- бульдозер Т-15 – используется для планирования площадок под буровые установки и для передвижения бурового оборудования;
- водовозный транспорт (УРАЛ) – для доставки воды на буровую.

4.5. Связь и диспетчерская служба

В целях повышения качества управления организуются диспетчерская служба. Основная задача диспетчерской службы – обеспечение ритмичности работы всех подразделений с учётом сложившейся обстановки.

Для выполнения поставленных задач диспетчерская служба осуществляет следующие функции:

- приём, анализ, обработка и распределение информации о состоянии производства работ, необходимой для составления и корректировки планов, а также регулирования производства;

- приём аварийных заказов и распределение их по цехам, информирование соответствующих специалистов об аварии и доставка их, в случае необходимости, к месту аварии, контроль за выполнением заказов обслуживающими цехами, обеспечение заказчиков ресурсами со складов организации, доставка необходимых ресурсов заказчику;

- ведение ежедневного учёта выполняемых работ;
- передача распоряжений руководителей организации.

Связь участка буровых работ с базой предприятия будет осуществляться с помощью радиостанции ««ВЕРТЕКС ВХ-1210», постоянно находящейся на буровой установке и в базовом лагере. Режим работы радиостанции ««ВЕРТЕКС ВХ-1210» – круглосуточный. На случай экстренных или иных ситуаций каждый отряд укомплектовывается спутниковыми телефонами системы «Iridium 9505».

5. СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ. ВИБРАЦИИ ПРИ АЛМАЗНОМ БУРЕНИИ И МЕТОДЫ БОРЬБЫ С НЕЙ

5.1. Вибрации

Высокие скорости современных машин – одна из отличительных особенностей техники XXI века. Увеличение механической скорости проходки при алмазном бурении оказывается возможным за счет применения высоких скоростей вращения коронки. Однако увеличение скорости вращения снаряда не может быть беспредельным и ограничивается прочностью и вибрацией бурильных труб и бурового наконечника. Эти ограничения тем больше, чем глубже скважина и чем больше разница в диаметрах скважины и бурильных труб.

5.2. Причины вибраций и их влияние на технологический процесс алмазного бурения

Вибрации бурового станка всегда нежелательна, так как не позволяет вести бурение при высоких оборотах. Вибрация колонны труб оказывается вредной и для алмазной коронки вследствие интенсивного скола алмазов при ударных нагрузках.

В верхней части бурильной колонны поперечные колебания могут появиться в случае, если шпиндель бурового станка или ведущая труба плохо отцентрированы.

Среди основных причин вибрации следует назвать неравномерную работу поршневых насосов, прокачивающих промывочную жидкость через бурильные трубы; плохое закрепление или недостаточная жесткость и массивность фундамента бурового станка; попадание под торец коронки посторонних и жестко не связанных с забоем тел; применение искривленных

бурильных и колонковых труб, а также коронок с односторонним износом торца или боковой поверхности.

Поперечную вибрацию бурильные трубы получают также за счет продольного изгиба труб и центробежных усилий, возрастающих пропорционально квадрату угловой скорости вращения. Центробежные усилия при вращении труб вызываются неуравновешенностью бурильного вала, смещением центра тяжести бурильных замков от оси скважины вследствие неправильного изготовления замков и резьбовых соединений, а также из-за разностенности и овальности труб.

При вращении в скважине колонна бурильных труб под действием нагрузки и крутящего момента приобретает винтообразную форму, напоминающую пружину с большим шагом. Как всякая пружина, винтовая система может изменять свою высоту в зависимости от крутящего момента и сжимающего усилия и при неравномерной подаче снаряда. В результате в колонне возникают продольные и крутильные колебания, которые передаются на поверхностное оборудование и на алмазную коронку.

Изменение величины крутящего момента, вызывающее вибрацию, происходит по многим причинам. Основные из них:

- неравномерность механических свойств горной породы по площади забоя скважины вследствие трещиноватости, различной твердости, а также вследствие анизотропии пород по твердости и прочности;
- отклонение формы сечения скважины от круглой;
- возникновение на различных участках ствола скважины силы трения переменной величины, появляющейся при вращении колонны труб, вследствие искривления скважины, либо чередования пород с разными физико-механическими свойствами;
- неравномерная производительность масляных насосов буровых станков, имеющих гидравлическую систему управления. Неравномерная подача масла особенно заметна в том случае, если масляный бак плотностью не заполнен;

- неравномерная подача снаряда, вызванная уступами в стволе скважины. Замковые соединения бурильных труб, задержанные уступами, частично или полностью передают усилие не на забой скважины, а на ее стенки;
- искривление направляющих штоков и штоков гидроцилиндров буровых станков, а также неравномерное поджатие изношенных сальников цилиндров.

Вибрация бурильной колонны вызывает повышенный износ алмазных коронок, ускоряет усталостный износ бурильных труб и резьбовых соединений, отрицательно сказывается на повышении механических скоростей бурения, так как при вибрации возможности применения высокочастотного бурения невелика. Приводит к образованию в стенках скважины каверн и желобных выработок, а вибрация компоновки нижней части бурильной колонны – к нежелательному искривлению ствола от проектного профиля за счет неравномерного разрушения пород.

При работе на высоких частотах вращения возникают вибрации бурильной колонны, вызывающие интенсивное разрушение и заклинивание керна, повышенный износ алмазов, отрыв и поломки секторов матрицы и выкрашивание из нее алмазов, снижение технико-экономических показателей и уменьшение выхода керна. На практике этот фактор определяющий при выборе частоты вращения бурового снаряда и решающий при регулировании параметров режима бурения [5].

5.3. Методы борьбы с вибрацией

Классификация средств и методов борьбы с вибрациями и области их рационального применения.

Все методы борьбы с вибрациями бурильной колонны при алмазном бурении условно подразделяются на две группы.

Профилактические мероприятия, направленные на устранение или снижение причин, вызывающих вибрацию: соблюдение правил монтажа бурового оборудования и сборки бурового снаряда; применение сбалансированной бурильной колонны; применение алмазного инструмента, соответствующего физико-механическим свойствам горных пород; применение оптимальных режимов бурения.

Для борьбы с вибрацией бурильной колонны при алмазном бурении все большее применение находят забойные амортизаторы (виброгасители) и антивибрационные смазки. С применением антивибрационных средств увеличивается износостойкость алмазного породоразрушающего инструмента, увеличивается скорость бурения за счет перехода на высокие частоты вращения, что, в свою очередь, приводит к резкому росту скорости бурения и сокращению расходов на бурение скважин.

Высокие частоты вращения, характерные для алмазного бурения, вызывают вибрации снаряда. При этом бурильные трубы испытывают большие нагрузки, возрастает расход мощности на вращение снаряда, наблюдается повышенный износ коронок, снижается количество керна в результате его дробления и самозаклинивания. Для снижения вибраций используется гладкоствольный буровой снаряд ниппельного соединения, имеющий зазор со стенками скважины не более 1,5–2 мм. Колонковый набор, бурильные трубы и их соединения должны быть прямолинейными и соосными. Снаряд оснащается центраторами и забойными амортизаторами.

Забойные амортизаторы, компенсируя изменения нагрузки на породоразрушающий инструмент, поглощают продольные колебания и предупреждают вибрацию бурильной колонны. Амортизаторы предназначены для гашения поперечных колебаний. Конструкция амортизатора ЗА-7 показана на рисунке 5.1. Гашение вибраций осуществляется за счет энергии тарельчатых пружин, через которые осевая нагрузка передается на коронку.

Амортизаторы рассчитаны на осевую нагрузку не более 2000 кгс.

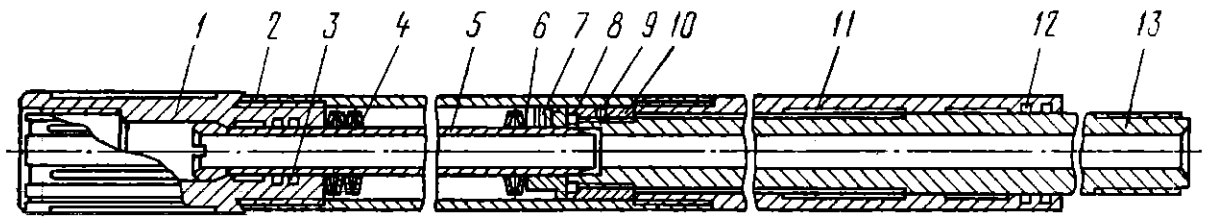


Рисунок 5.1 – Забойный амортизатор ЗА-7:

- 1 – переходник; 2 – труба; 3, 8, 12 – резиновые уплотнительные кольца;
4 – тарельчатые пружины; 5 – внутренняя труба; 6 – опорная гайка;
7, 9 – фиксирующие гайки; 10 – гайка шлицевого вала; 11 – муфта
шлицевая; 13 – вал шлицевой

Эффективность амортизаторов с увеличением частоты вибрации растет, и, наоборот, при низкой частоте (менее 25 Гц) эффективное гашение возможно только амортизаторами из стальных пружин.

Прямое измерение частот собственных колебаний конструкции обычно затруднительно. Однако особой необходимости в измерениях не будет, если удастся установить соотношение между частотой собственных колебаний конструкции и величиной статической осадки упругого элемента амортизатора под действием веса конструкции или другой дополнительной нагрузки P_0 .

Статическая осадка x может быть найдена как:

$$x = P_0 / K, \quad (5.1)$$

где K – жесткость демпфера в кГ/см ; P_0 – дополнительная нагрузка [1].

5.3.1. Конструкции и материалы демпферов

Виброизоляция в технике осуществляется с помощью стальных, резиновых, гидравлических и электрических упругих элементов, носящих название демпферов колебаний.

Внутреннее трение демпферов можно описать упругим гистерезисом, заключающимся в том, что зависимость между внешними силами и деформацией упругого элемента нелинейна и различна при нагрузке и разгрузке. Для одного цикла нагрузки и разгрузки зависимость между силой и деформацией представляет собой замкнутую кривую, носящую название петли гистерезиса. Наиболее распространенным демпфером внутреннего трения является упругий элемент, выполненный в виде витой цилиндрической пружины.

Пружинные демпферы малогабаритны и долговечны, однако они плохо работают в условиях высокочастотной вибрации. Поэтому при большой частоте возмущающей силы выгодно применять тарельчатые или клинчатые (кольцевые) пружины, в которых энергия колебаний поглощается не только за счет энергии внутреннего трения, но и за счет трения между поверхностями отдельных пружин [5].

5.3.2. Тарельчатые пружины

Тарельчатые пружины устанавливаются пакетами. Для этого конические кольца складываются таким образом, чтобы верхняя пружина своей внутренней поверхностью ложилась на наружную поверхность нижней пружины. Пакеты пружин, в свою очередь, устанавливаются попарно навстречу друг другу (рисунок 5.2).

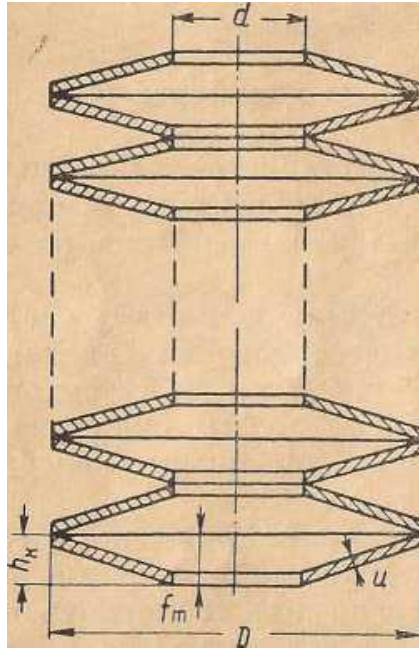


Рисунок 5.2 – Пакетная укладка тарельчатых пружин

Нагрузка, необходимая для сжатия пакетов, увеличивается пропорционально числу пружин в них, а прогиб набора пружин растет пропорционально количеству пакетов.

При пакетном расположении пружин образуется большая поверхность трения, благодаря чему между пружинами происходит значительное трение. За счет потери энергии на трение осуществляется гашение колебаний, поэтому виброгасители с тарельчатыми пружинами иногда называют фрикционными.

Площадь петли гистерезиса для фрикционных виброгасителей в сравнимых условиях оказывается наибольшей, чем для других демпферных устройств. Опыт показывает, что фрикционные виброгасители снижают вибрацию в 8-10 раз [5].

5.3.3. Клиночатые пружины

Клиночатые пружины (рисунок 5.3). В клиночатых пружинах, как и в тарельчатых, при сжатии между внешними и внутренними кольцами возникает трение, на преодоление которого расходуется энергия колебаний. В зависимости от состояния сопряженных поверхностей пружин работа сил трения составляет 60–70% полной работы, совершаемой при динамическом

нагрузении пружин, т. е. амортизационная способность клинчатых дружин очень высока.

Внутренние кольца пружин работают на сжатие, а внешние – на растяжение. Жесткость пружин можно регулировать в широких пределах, особенно в начале нагружения, если часть внутренних колец делать разрезными по высоте [5].

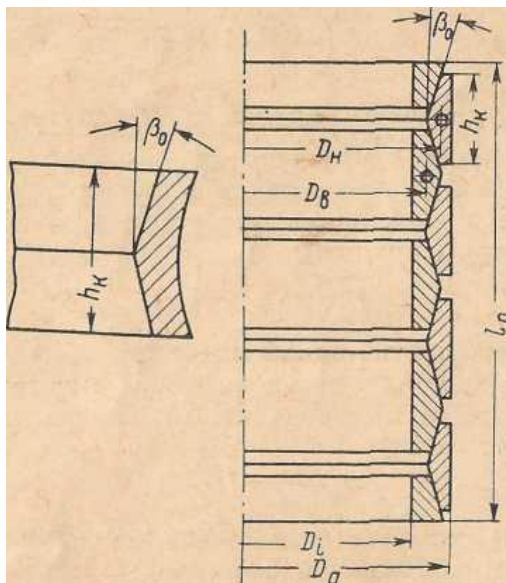


Рисунок 5.3 – Продольный разрез клинчатой кольцевой пружины

5.3.4. Виброгасители для гашения поперечных и крутильных колебаний

До сих пор мы говорили о гашении продольной вибрации. Создание виброгасителей для рассеивания энергии поперечных и крутильных колебаний оказывается несравненно более трудной задачей.

Поперечные колебания можно значительно уменьшить, если окажется возможным устранение или снижение центробежных сил. За рубежом при создании высокоскоростных станков для алмазного бурения проводились большие работы по улучшению конструкции бурильной колонны. Эти улучшения главным образом сводились к уменьшению зазоров

между бурильными трубами и стенками скважины. Сравнение труб отечественного стандарта со стандартами Канады и США показывает, что разность диаметров отечественных коронок и труб в 1,14-1,9 раза больше, чем в лучших зарубежных стандартах [6].

Надо учесть, что ниппельные соединения для бурильных труб в России в заводских условиях почти не изготавливаются, поэтому большинство геологоразведочных организаций использует муфтово-замковые соединения. В этих условиях разность диаметров коронок и бурильных труб и центробежные силы увеличиваются еще больше.

Имеется, таким образом, явное несоответствие конструкции снаряда технологии алмазного бурения. Поэтому создание нового стандарта бурильных труб для алмазного бурения – назревшая необходимость.

В настоящее время разрабатываются новые стандарты бурильных труб для геологоразведочного бурения.

В качестве временной меры для снижения вибрации бурильных труб необходимо применять центрацию труб в скважине [6].

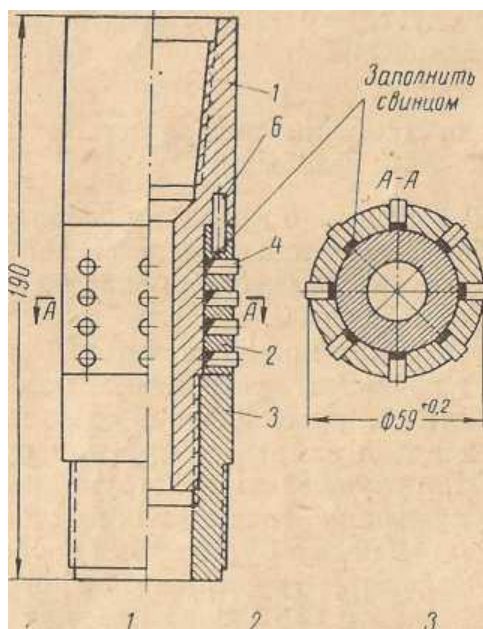


Рисунок 5.4 – Переходники-стабилизаторы для колонковой трубы диаметром 73 и 59 мм:

- 1 – переходник верхний; 2 – сменное кольцо; 3 – переходник нижний;
4 – резец; 5 – шайба; 6 – штифт

5.3.5. Антивибрационные смазки

Антивибрационные смазки являются наиболее распространенным и эффективным средством снижения вибраций колонны бурильных труб при алмазном бурении. Смазки позволяют значительно уменьшить силу трения бурильной колонны о стенки скважины и снизить продольные и крутильные колебания. Смазки являются своеобразным демпфером, поглощающим удары колонны о стенки скважины, в результате чего снижаются поперечные вибрации и стенки скважины меньше разрушаются.

На рисунке 5.5 показана схема установки УНС-1 для нанесения смазки.

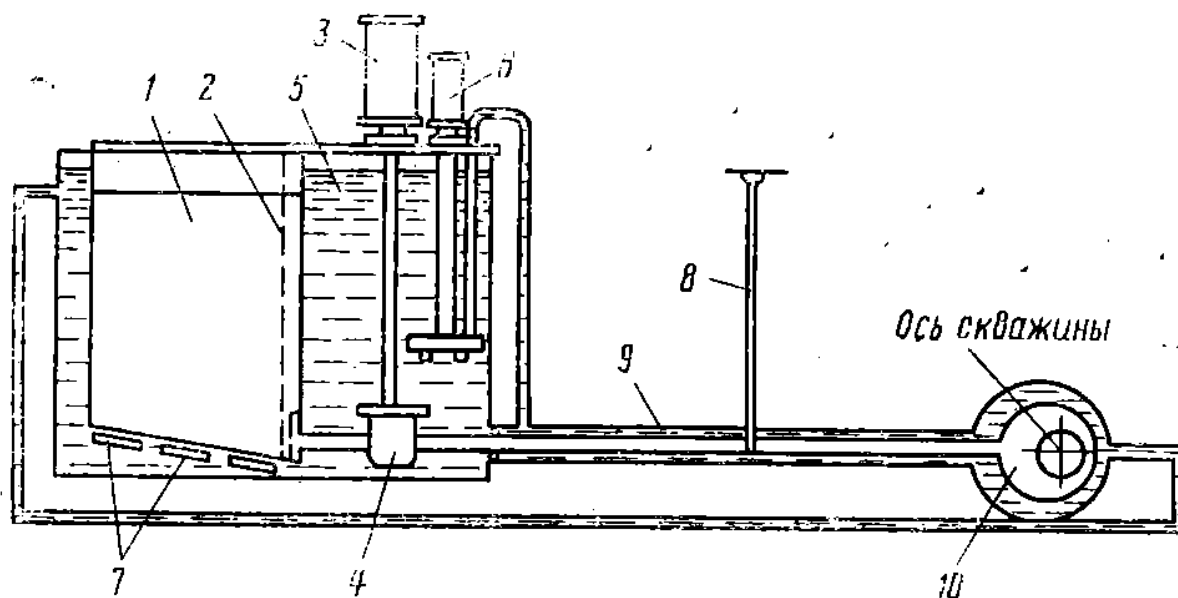


Рисунок 5.5 – Схема установки УНС-1 для нанесения смазки:

- 1 – бак; 2 – фильтр; 3 – электродвигатель; 4 – масляный насос; 5 – резервуар;
6 – водяной насос; 7 – электронагревательные элементы; 8 – кран; 9 – труба;
10 – кольцевая насадка

Трубы для уменьшения вибраций периодически смазывают снаружи антивибрационной смазкой. Распространена смазка, состоящая из одной части канифоли и трех частей нигрола. Выпускается централизованно смазка КАВС. Для снижения вибраций используются также эмульсионные промывочные растворы.

КАВС – смазка канифольная антивибрационная используется при многочисленных способах алмазного бурения глубоких скважин на твердые полезные ископаемые, воду, нефть, газ для смазывания поверхностей бурильных труб с целью уменьшения трения и гашения вибрации. Состоит из смеси соляных кислот и их солей, канифольно-экстракционных полимеров, нефтяного и минерального сырья.

КАВС обладает высокой способностью прочно прилипать к мокрой поверхности бурильной колонны, образует упругий слой, способный противостоять ударным нагрузкам и гасить вибрации, снижает потери энергии на трение при вращении колонны в скважине, уменьшает или предупреждает износ бурильных труб, обладает антикоррозионными свойствами.

КАВС устойчива к низким температурам и не образует хрупких отслоений от колонны при температуре ниже нуля градусов.

Таким образом, использование антивибрационной смазки на стенах бурильных труб, применение ЛБТ, включение в состав бурильной колонны центрирующих и стабилизирующих устройств, маховиков и калибраторов приводит к улучшению показателей бурения. Однако только лишь введением дополнительной осевой нагрузки на долото или установкой центраторов невозможно добиться всех желаемых показателей процесса бурения с точки зрения виброзащиты бурильного инструмента и увеличения проходки.

5.4. Вывод

Виброизоляция бурового оборудования и колонны бурильных труб расширяет возможности использования высоких скоростей вращения снаряда и экономит значительные средства.

Ввиду сложности проблемы, работы по борьбе с вибрацией пока носят исследовательский характер. В результате теоретических и экспериментальных исследований дано теоретическое обоснование мер по устранению вибрации колонны бурильных труб; сконструированы, изготовлены и испытаны в производственных условиях образцы работоспособных виброгасителей; предложена методика расчета вязкости смазки для конкретных геолого-технических условий.

До сих пор мероприятия по борьбе с вибрацией, если они и применялись ранее, не были внедрены комплексно. Например, стабилизаторы и алмазные расширители испытывались отдельно от смазки и наоборот.

Следует ожидать, что совместное применение разработанных приемов борьбы с вибрациями может дать еще больший технико-экономический эффект.

Учитывая изложенное, устранение причин, вызывающих вибрацию при алмазном бурении, может быть проведено в следующей последовательности:

- 1) устройство массивного бутобетонного фундамента для бурового станка;
- 2) применение ступенчатой бурильной колонны при бурении в скважине ступенчатой конструкции;
- 3) применение смазки колонны бурильных труб для уменьшения крутильных и других колебаний;
- 4) установка упругого центратора на устье скважины;
- 5) цементирование обсадной колонны по всей ее длине;

6) применение стабилизаторов и расширителей, устанавливаемых на обоих концах колонковой трубы; применение nippleных, муфтово-замковых соединений и бурильных труб, диаметр которых незначительно бы отличался от диаметра скважины;

7) установка в бурильной колонне виброгасителей, демпфирующих продольные крутильные колебания [5].

6. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

6.1. Организационно-экономическая характеристика предприятия

Создано в январе 1998 года как ОАО «Алмазы Анабара» для добычи россыпных алмазов в Анабарском улусе (крайний северо-запад Якутии). В августе 2004 года преобразовано в ОАО «Алмазы Анабара». Месторождения предприятия находятся в северо-западной части Республики Саха (Якутия), на территории нескольких улусов. Добыча ведется на 7 россыпях: «Морготор», «Исток», «Холомолох», «Эбеях», «Гусиное», «Ручей 41» и «Курунг-Юрях».

ПАО «АО «Алмазы Анабара» входит в число ведущих предприятий Республики Саха (Якутия). С 2007 года 100% акций общества принадлежит АЛРОСА.

АЛРОСА — российская группа алмазодобывающих компаний, занимающая лидирующую позицию в мире по объёму добычи алмазов (по состоянию на 2012 год). Корпорация занимается разведкой месторождений, добычей, обработкой и продажей алмазного сырья. Основная деятельность сосредоточена в Якутии, а также в Архангельской области и Африке.

АЛРОСА добывает 95 % всех алмазов России, доля компании в мировом объёме добычи алмазов составляет 25 %. Компания располагает разведанными запасами, достаточными для поддержания текущего уровня добычи не менее 18-20 лет. Прогнозные запасы АЛРОСА составляют около одной трети общемировых запасов алмазов.

6.2. Технико-экономическое обоснование выполнения проектируемых работ

6.2.1. Технический план

Виды и объем проектируемых работ приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Виды и объемы проектируемых работ

№ п/п	Наименование работ	Единица измерения	Объем
1	<i>1. Подготовительный период и проектирование</i>		
2	<i>1.1. Сбор фондовых, архивных и опубликованных материалов по району исследований</i>		
3	Выписки текста	100 стр.	27
4	Выписки таблиц	100 стр.	8
5	Выборки чертежей	100 черт.	1,7
6	<i>1.2. Составление предварительных графических материалов</i>		
7	Составление схемы геологической изученности района работ, масштаб 1:200000	чертеж	1
8	Составление схемы геофизической изученности района работ, масштаб 1:200000	чертеж	1
9	Составление предварительного геолого-поискового плана района работ, масштаб 1:10000	10 км ²	0,1
10	Составление текстовой части проекта на геологические работы	чел/мес	2
11	<i>2. Полевые работы</i>		
12	<i>2.1. Буровые работы</i>		
13	Бурение скважин	п.м.	2445
14	<i>2.2. Отбор и обработка проб</i>		
15	Бороздовое опробование	100 п.м.	14,2
16	Отбор точечных (литогеохимических) проб по керну скважин	100 проб	5,4

17	Обработка керновых и бороздовых проб	100 м ³	0,076
----	--------------------------------------	--------------------	-------

6.2.2. Расчет затрат времени, труда по видам работ

Подготовительные работы и проектирование

Сбор фондовых, архивных и опубликованных материалов по площади исследований

Общий объем сбора информации составит:

- текстовая – 2700 страниц;
- табличная – 800 страниц;
- графическая – 170 листов.

Содержание работ будет соответствовать ССН-92, вып. 1, ч. 1, т. 17. Затраты времени на сбор информации посредством выписки текста составят $2700/100 \times 1,08 = 29,16$ смен или 1,15 мес.

Затраты времени на сбор информации посредством выписки таблиц составят $800/100 \times 1,19 = 9,52$ смен или 0,37 мес.

Затраты времени на сбор информации (графических приложений) посредством выборки чертежей для копирования составят $1700/100 \times 0,22 = 3,74$ смен или 0,15 мес.

Общие затраты времени на сбор фондовых, архивных и опубликованных материалов по территории исследований составят:

$$29,16 + 9,52 + 3,74 = 42,42 \text{ смен или } 1,67 \text{ мес.}$$

Затраты труда по сбору информации составят (ССН-92, вып. 1, ч. 1, п.34):

- начальник партии – $0,04 \times 42,42 = 1,69$ чел/смен;
- геолог 1 категории – $1 \times 42,42 = 42,42$ чел/смен.

Составление предварительных графических материалов

Составление схемы геологической изученности района работ масштаба 1:200000

Объем работ – 1 чертеж размером 2,8 дм².

Затраты времени на изготовление обзорной карты района работ (СН- 92, в. 1, ч. 2, т. 16, стр. 3, гр.5) составят $2.8/3 \times 1,85 = 1,73$ смен или 0,07 мес.

Затраты труда составят (СН, вып. 1, ч. 2, т. 15, п. 51):

- начальник партии – $0,04 \times 1,73 = 0,07$ чел/дн;
- техник-геолог 2 категории – $1 \times 1,73$ дн = 1,73 чел/дн.

Составление схемы геофизической изученности района работ, масштаб 1:200000

Объем работ – 1 чертеж размером 2,8 дм².

Затраты времени на изготовление обзорной карты района работ (СН- 92, в. 1, ч. 2, т. 16, стр. 3, гр.5) составят $2.8/3 \times 1,85 = 1,73$ смен или 0,07 мес.

Затраты труда составят (СН, вып. 1, ч. 2, т. 15, п. 51):

- начальник партии – $0,04 \times 1,73 = 0,07$ чел/дн;
- техник-геолог 2 категории – $1 \times 1,73$ дн = 1,73 чел/дн.

Составление предварительного геолого-поискового плана района работ, масштаб 1:10000

Объем работ – 1 чертеж участка площадью 15 км².

Затраты времени на изготовление предварительного геолого-поискового плана района работ (СН-92, в. 1, ч. 2, т. 23, стр. 3, гр. 5; измеритель 10 км²) составят $15,0/10 \times 12,81 = 19,215$ смен или 0,756 мес.

Затраты труда составят (СН-92, вып. 1, ч. 2, т. 15, п. 51):

- начальник партии – 0,04 чел/см;
- геолог 1 категории – 19,215 чел/см.

Составление текстовой части проекта на геологические работы

Затраты времени приняты по опыту работ подразделений АО «Алмазы Анабара» в размере 2 мес. Работа по составлению сметы выполняется одним геологом 1 категории, одним геологом 2 категории и

начальником партии.

Затраты труда составят:

- начальник партии – 1,1 чел/месяц;
- геолог 1 категории – 2 чел/месяц;
- геолог 2 категории – 2 чел/месяц.

Бурение

Бурение буровой установкой ПБУ-2.

Объем бурения – 5740 пог. м, количество скважин – 53. Бурение колонковое по породам V-VI категорий буримости.

Затраты времени на бурение скважин (диаметр бурения – 132 мм) по породам V-VI категории буримости буровой установкой ПБУ-2 (таблица 6.2) рассчитываются с использованием методических указаний по организации, планированию и управлению буровыми работами.

Таблица 6.2 – Расчет затрат времени на колонковое бурение скважины стационарной буровой установкой

№	Категория по буримости	Диаметр скважины, мм	Объем бурения, м	Норма времени на метр, ст-см	№ нормы (№ табл.)	Коэффициент*	Итого затрат времени и на объем, ст-см
53 скважин							
1	V	152	1510	0,05	ССН 93,т.5	1,1	3,2
4	VI	132	1610	0,15	ССН 93,т.5	1,1	265
5	VI	132	775	0,16	ССН 93,т.5	1,1	59
6	VI	132	1845	0,21	ССН 93,т.5	1,1	102,8
Итого:						Σ=430 ст-см.	

* Для всех скважин применяется коэффициент:

- коэффициент, учитывающий бурение наклонных скважин – 1,1.

Затраты времени на бурение всего объема скважин (40 скважин)

$$N_{\text{бур}} = 430 \text{ ст-см.}$$

Расчёт затрат времени (ст-см) на монтаж-демонтаж и перевозку буровых установок:

$$N_{\text{м-д}} = H_{\text{м-д}} \cdot n, \quad (6.1)$$

где $H_{\text{м-д}}$ – время на демонтаж-монтаж и перевозку, ст-см; n – количество скважин.

$$N_{\text{м-д}} = 0,65 \cdot 40 = 26 \text{ ст-см.}$$

Расчёт затрат времени на вспомогательные работы:

– промывка

$$N_{\text{всп}} = H_{\text{пром}} \cdot n, \quad (6.2)$$

где $H_{\text{пром}}$ – норма времени на промывку скважин (ССН 93, т.64), ст-см на 1 промывку.

$$N_{\text{всп}} = 0,07 \cdot 40 = 2,8;$$

– крепление скважин обсадными трубами

$$N_{\text{всп}} = H_{\text{обс}} \cdot n, \quad (6.3)$$

где $H_{\text{обс}}$ – норма времени на крепление скважин обсадными трубами (ССН 93, т.72), ст-см на 1 м крепления.

$$N_{\text{всп}} = 0,008 \cdot 40 \cdot 75 = 24 \text{ ст-см.}$$

Расчёт затрат времени на планово-предупредительный ремонт:

$$N_{\text{нпр}} = N_{\text{бур}} / 103 \cdot 4; \quad (6.4)$$

$$N_{\text{нпр}} = 430 / 103 \cdot 4 = 16,7 \text{ ст-см.}$$

Расчет затрат времени на геофизические исследования в скважинах:

– каротаж

$$N_{\text{кар}} = H_{\text{обц}} \cdot n \quad (6.5)$$

где $H_{\text{кар}}$ – норма времени на каротаж скважин 1000 м, 4.96 ст-см.

$$N_{\text{кар}} = 2445 \cdot 4,96 / 1000 = 12,13 \text{ ст-см.}$$

Расчёт общих затрат времени на бурение:

$$N_{\text{общ}} = N_{\text{бур}} + N_{\text{м-д}} + N_{\text{всп}} + N_{\text{нпр}} + N_{\text{кар}}; \quad (6.6)$$

$$N_{\text{общ}} = 430 + 26 + 24 + 16,7 + 12,13 = 508,83 \text{ ст-см.}$$

Затраты труда на бурение составят (ССН-92, вып. 5, т. 14, 15):

- начальник участка – $0,07 \times 508,83 = 35,62$ чел/дн;
- инженер по буровым работам – $0,05 \times 508,83 = 25,44$ чел/дн;
- инженер-механик – $0,1 \times 508,83 = 50,88$ чел/дн;
- буровой мастер – $0,29 \times 508,83 = 147,56$ чел/дн;
- машинист буровой установки – $1 \times 508,83 = 508,83$ чел/дн;
- помощник машиниста буровой установки 1-ый – $1 \times 508,83 = 508,83$ чел/дн.

Отбор и обработка проб

Бороздовое опробование

Объем работ: 1420 проб (пог. м) – категория пород VI.

Затраты времени на отбор бороздовых проб вручную сечением 10×5 см. Категория пород – VI (ССН-92, вып. 1, ч. 5, табл. 5, стр. 4, гр. 14) составят $1420/100 \times 5,57 = 79,1$ смен или 3,11 мес.

Затраты труда (ССН-92, вып. 1, ч. 5, т. 6) составят:

- геолог 2 категории – $0,1 \times 79,1 = 7,91$ чел/дн;
- техник-геолог 2 категории – $1 \times 79,1 = 79,1$ чел/дн;
- рабочий 3 разряда – $1 \times 79,1 = 79,1$ чел/дн.

Объем работ: 260 проб (пог. м) – категория пород V.

Затраты времени на отбор бороздовых проб вручную сечением 10×15 см. Категория пород – V (ССН-92, вып. 1, ч. 5, табл. 5, стр. 5, гр. 8) составят $260/100 \times 7,33 = 19,06$ смен или 0,75 мес.

Затраты труда (ССН-92, вып. 1, ч. 5, т. 6) составят:

- геолог 2 категории – $0,1 \times 19,06 = 1,906$ чел/дн;
- техник-геолог 2 категории – $1 \times 19,06 = 19,06$ чел/дн;
- рабочий 3 разряда – $1 \times 19,06 = 19,06$ чел/дн.

Отбор точечных (литогеохимических) проб по керну скважин

Объем работ: 540 проб (пог. м), категория пород – V.

Затраты времени на отбор керновых проб вручную, категория пород – IV (ССН-92, вып. 1, ч. 5, табл. 29, стр. 1, гр. 5, измеритель – 100 м керна) составят:

$$540/100 \times 2,4 = 12,96 \text{ смен или } 0,51 \text{ мес.}$$

Затраты труда (ССН-92, вып. 1, ч. 5, т. 30) составят:

- геолог 2 категории – $0,1 \times 12,96 = 1,296 \text{ чел/дн}$;
- техник-геолог 2 категории – $1 \times 12,96 = 12,96 \text{ чел/дн}$;
- рабочий 3 разряда – $1 \times 12,96 = 12,96 \text{ чел/дн}$.

Затраты времени на отбор керновых проб вручную, категория пород – VI (ССН-92, вып. 1, ч. 5, табл. 29, стр. 1, гр. 11) составят: $1370/100 \times 7 = 102,9$ смен или 4 мес.

Затраты труда (ССН-92, вып. 1, ч. 5, т. 30) составят:

- геолог 2 категории – $0,1 \times 102,9 = 10,29 \text{ чел/дн}$;
- техник-геолог 2 категории – $1 \times 102,9 = 102,9 \text{ чел/дн}$;
- рабочий 3 разряда – $1 \times 102,9 = 102,9 \text{ чел/дн}$.

Обработка керновых и бороздовых проб

Объем работ: количество шлиховых проб – 690 с объемом одной пробы – $0,01 \text{ м}^3$, общий объем материала шлиховых проб для промывки составит $7,6 \text{ м}^3$, категория промывки «трудная» – 12. Сборником сметных норм (ССН-92, в. 1, ч. 5) установлены нормы времени на промывку на установке ПОУ-4-2М при объеме рядовой пробы $0,08 \text{ м}^3$. Учитывая малый объем рядовой пробы на промывку по проекту ($0,017 \text{ м}^3$) и, исходя из фактических затрат времени на обработку аналогичных проб (по данным АО «Алмазы Анабара»), в расчет затрат времени на обработку (промывку) начальных проб введен коэффициент 9,6.

Затраты времени на обработку (промывку) шлиховых проб (ССН-92, в. 1, ч. 5, т. 22, стр. 1, гр. 18, измеритель – 100 м^3) составят: $6,9/100 \times 82,57 \times 9,6 = 54,7$ смен или 2,15 мес.

Затраты труда (ССН-92, вып. 1, ч. 5, табл. 223) составят:

- ИТР – $54,7 \times 0,6 = 32,82$ чел/дн;
- рабочие – $54,7 \times 4 = 218,8$ чел/дн.

6.2.3. Расчет производительности труда, количества бригад (отрядов, групп и т. д.), продолжительности выполнения отдельных работ

Расчет производительности труда

Расчет производительности труда за месяц производится по формуле:

$$П_{\text{мес}} = П_{\text{см}} \times С; \quad (6.7)$$

где $П_{\text{см}}$ – производительность в смену, $П_{\text{см}} = Q/N$; Q – объем работ; N – затраты времени на данный вид работ; $С$ – количество смен в месяц, $С = 60$.

Сбор фондовых, архивных и опубликованных материалов по району исследований

$$П_{\text{см}} = 36,7/42,42 = 0,86;$$

$$П_{\text{мес}} = 0,86 \times 25,4 = 21,84.$$

Составление предварительных графических материалов

$$П_{\text{см}} = 4,1/21,84 = 0,19;$$

$$П_{\text{мес}} = 0,19 \times 25,4 = 4,83.$$

Буровые работы

$$П_{\text{см}} = 2445/508,83 = 4,805;$$

$$П_{\text{мес}} = 4,805 \times 60 = 288,3.$$

Отбор и обработка проб

$$П_{\text{см}} = 104,22/302,76 = 0,34;$$

$$П_{\text{мес}} = 0,34 \times 25,4 = 8,64.$$

Расчет количества бригад при буровых работах

Расчет необходимого количества бригад производится по формуле:

$$n = \frac{Q}{(\Pi_{\text{мес}} \times T)} \quad (6.8)$$

где T – условное время выполнения работ в мес.

Расчет продолжительности работ осуществляется по формуле:

$$T_{\text{пл}} = \frac{Q}{(\Pi_{\text{мес}} \times n)} \quad (6.9)$$

Принимаем условное время проведения буровых работ за 8 месяцев.

$$n = 2445 / (288,3 \times 8) \approx 1 \text{ бригада.}$$

Чтобы выполнить объем за 8 месяцев необходима 1 бригада, но при этом конкретный срок выполнения будет равен:

$$T_{\text{пл}} = 2445 / (288,3 \times 1) = 8,5 \text{ месяца.}$$

6.3. Расчет сметной стоимости работ

6.3.1. Сметно-финансовый расчет затрат

Таблица 6.3 – Сметно-финансовый расчет затрат

№ п/п	Вид расходов	Единицы измерения	Количество	Дневная ставка	Сметная стоимость в рублях
1	2	3	4	5	6
1	Старший инженер-геолог	чел-дн	15	1165	17475
2	Инженер-геолог	чел-дн	20	855	17100
3	Техник-геолог	чел-дн	15	802	12030
4	Итого основная заработная плата				46605
5	С районным коэффициентом (1,8)				83889
6	Северная надбавка (80%)				6627,23
7	Дополнительная заработная плата (7,9%)				90516,23
8	Итого с дополнительной				27154,87

	заработной платой				
--	-------------------	--	--	--	--

Окончание таблицы 6.3

1	2	3	4	5	6
9	Отчисление на социальное страхование (30,5%)				27154,87
10	Затраты на материалы (5%)				4525,81
11	Затраты на услуги (15%)				13577,43
Всего основных расходов					219663,3

6.3.2. Общая сметная стоимость геологоразведочных работ

Таблица 6.4 – Сметная стоимость геологоразведочных работ

Код	Наименование работ	Единицы измерения	Объем работ	Единичные расценки в текущих ценах, руб	Стоимость работ в текущих ценах, руб. (прим. – Индекс удор. =1)
1	2	3	4	5	6
I	Основные расходы				7840111
A	Собственно геологоразведочные работы			231906	7377662
1	Проектирование и подготовительный период к полевым работам				192842
1.1	Сбор фондовых, архивных и опубликованных материалов				43840
1.1.1	Выписки текста	100 стр.	27,00	1129,20	31618
1.1.2	Выписки таблиц	100 стр.	8,0	1252,56	8768
1.1.3	Выборки чертежей	100 чер.	1,70	2302,69	3454
1.2	Проектирование				149002
1.2.1	Составление картограммы геологической изученности района работ, м-б 1:200000	чертеж	1,00	1498,79	1499
1.2.2	Составление картограммы геофизической изученности района работ, м-б 1:200000	чертеж	1,00	1498,79	1499
1.2.3	Составление предварительного геоло-поискового плана района работ, м-б 1:10000	10 км ²	0,1	13618,25	1362
1.2.4	Составление текстовой	чел/мес	2,00	72320,91	144642

	части проекта				
--	---------------	--	--	--	--

Окончание таблицы 6.4

2	Полевые работы – всего				6361335
2.1	Бороздовое опробование				133607
2.1.1	Бороздовое опробование, сечение борозды 5×10 см, категория пород X, по канавам	100 п.м. борозды	79,1	7690,08	101355
2.1.2	Бороздовое опробование, сечение борозды 15×10 см, категория пород IV, всего		19,06	11121,38	32252
2.2	Литогеохимические работы				209588
2.3	Обработка проб				838018
2.3.1	Обработка (промывка) керновых и бороздовых проб	100 м ²	0,76	99654,87	757377
2.4	Разведочное бурение				5017660
2.4.1	Бурение с установкой ЗИФ 650	ст-см	439	9962	5017660
2.5	Геофизические исследования скважин, всего				14533
Б	Сопутствующие работы и затраты				
	Транспортировка грузов и персонала (3%) от ПР				462449
II.	Накладные расходы, 12,9% от ОР				1011374
III.	Плановые накопления, 20% от НР+ОР				1770297
	Итого				10621782
IV.	Компенсируемые затраты				871767
	Полевое довольствие (7% А+Б)				581179
	Доплаты (2%)				166051
	Рекультивация земель (1%)				83025
	Лесобилет (0,5%)				41512
V.	Резерв на непредвиденные расходы (6% А+Б)				498153
	Итого				11331702
	НДС 18%				2158506
	Всего				13490208

6.4. Организация, планирование и управление буровыми работами

Организация производства заключается в приведении в соответствие, наилучшее для данных конкретных условий, количественное и качественное соединение во времени и пространстве всех элементов производства (людские ресурсы, предметы труда, технология).

Организация производства образует систему, имеющие внутренние органические и внешние рациональные связи.

Она решает целый ряд задач, определяющих ее объективное содержание, а именно:

- подготовку производства;
- организацию подразделений для нормального хода производственного процесса;
- разделение функций и кооперирование основного и вспомогательного производства;
- оптимизацию размеров подразделений и самой фирмы (предприятия) в целом;
- материально-техническое обеспечение (планово-предупредительное);
- планирование (маркетинг);
- организацию труда (стимулирование, нормирование и т. д.);
- управление – целенаправленное воздействие на коллектив работников (координация их деятельности) для решения поставленных задач, приведение в соответствие фактического хода работ с заданным (запланированным).

6.4.1. Финансовый план

Финансирование геологоразведочных работ осуществляется поквартально, это удобно и инвестору, и исполнителям, так как первые могут следить за промежуточными результатами, а вторые могут создать необходимые запасы и планировать выполнение работ и доходы. Итоги финансового и календарного плана включаются в договор с инвестором, который имеет юридическую силу.

Примечание:

- заработная плата – 30% от основных расходов;
- материальные затраты – 40% от основных расходов;
- амортизация – 30% от основных расходов;
- ЕСН – 34% от расходов на оплату труда;
- фонд развития производства – 80% от чистой прибыли + амортизационные отчисления;
- премиальный фонд – 20% от чистой прибыли.

6.4.2. Стимулирование труда

Для стимулирования труда при распределении чистой прибыли из фондов потребления выделяются средства на материальные поощрения работников в виде премий. Фонд в пределах структурных подразделений организации распределяется с учетом КТУ, который учитывает вклад каждого сотрудника в дело выполнения геологического задания.

6.4.3. Стратегия развития предприятия

1. Обеспечение права работника на профессиональную подготовку, переподготовку и повышение квалификации путем заключения оговора между работником и работодателем.

2. В целях повышения квалификации работников без отрыва от производства работодатель заключает ученический договор, который является дополнительным к трудовому договору и заключается на срок, необходимый для обучения данной профессии, специальности, квалификации. В случае, если ученик по окончании ученичества без уважительной причины не выполняет свое обязательство по договору, не приступает к работе, он должен возратить, выплаченную работодателем за время ученичества стипендию, а также возмещает другие расходы, понесенные работодателем в связи с ученичеством.

3. Оплата один раз в год проезда туда и обратно студентам, впервые обучающимся по заочной форме обучения в высших учебных заведениях, имеющих государственную аккредитацию, в размере 100% стоимости проезда; обучающимся в средних профессиональных учебных заведениях 50% стоимости проезда.

4. Работодатель предоставляет работникам, успешно обучающимся в высших, средних, начальных профессиональных учебных заведениях, вечерних общеобразовательных школах дополнительные отпуска, гарантии и компенсации в соответствии с действующим законодательством.

Для выполнения мероприятий, направленных на развитие персонала на производстве, работодатель выделяет финансовые средства в размере до 5% фонда оплаты труда с отнесением расходов на себестоимость товаров и услуг.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе выполнения выпускной квалификационной работы выполнены все разделы для осуществления поисково-оценочного бурения. В геологическом разделе произведено описание географо-экономических характеристик и геологических условий разреза данного участка, проектирование расположения поисково-оценочных скважин.

В техническом разделе, основываясь на геологических условиях, произведен выбор технологии и техники для строительства скважин на Эекитском месторождении. В работе представлено полное описание выбранной буровой установки ПБУ-2 и используемого бурового оборудования, а также выполнены расчеты режимных параметров бурения. Произведены все проверочные расчеты выбранного бурового оборудования.

В разделе социальной ответственности приведены – анализ вредных и опасных производственных факторов при проведении геологоразведочных работ и меры по их предупреждению.

В специальной части проекта рассмотрели вибрации при алмазном бурении и методы борьбы с ней.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бурение геологоразведочных скважин: учебное пособие / В. Г. Храменков, В. И. Брылин; – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 244 с.
2. Расчеты в бурении: справочное пособие / Р. А. Ганджумян, А. Г. Калинин, Н. И. Сердюк; – М.; РГГРУ, 2007. – 668 с.
3. Проект на производство поисково-оценочных работ на коренные и россыпные месторождения алмазов в бассейне р. Эекит в 2015-2018 г.г. Книга 1. ОА «Алмазы Анабара», 2015. – 289 с.
4. Способы, средства и технология получения представительных образцов пород и полезных ископаемых при бурении геологоразведочных скважин: Учебное пособие / С. С. Сулакшин; – Томск: Изд-во НТЛ, 2000. – 284 с.
5. Копылов, В. Е. Вибрации при алмазном бурении [Текст] / В.Е. Копылов, Ю.А. Чистяков, Э.М. Мухин. – М. : Недра, 1967. – 128 с. Перед загл. авт.: В.Е. Копылов, Ю.А. Чистяков, Э.М. Мухин
6. Рябчиков, С. Я. Технология и техника бурения геологоразведочных и геотехнологических скважин: учеб. пособие / В. Г. Храменков, В. И. Брылин, Томский политехн. ун-т, С. Я. Рябчиков. — Томск : Изд-во ТПУ, 2010. — 514 с.
7. Калинин А.Г., О.В. Ошкордин, В.М. Питерский В.М., Н.В. Соловьев. Разведочное бурение. М. Недра, 2000. 748 с.
8. ГОСТ 12.0.003-2015. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
9. ГОСТ 12.1.003-2014. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности (с Изменением № 1).
10. СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. М.: Минздрав России, 1997.
11. ГОСТ 5542-2014. Газы горючие природные промышленного и коммунально-бытового назначения. Технические условия. – М: Стандартиформ, 2015.
12. ГОСТ 12.1.005–88 (с изм. №1 от 2000 г.). ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
13. ГОСТ 12.1.012-2004 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вибрационная безопасность. Общие требования. – М: Стандартиформ, 2010.

14. ГОСТ 31192.1-2004 (ИСО 5349-1:2001) Вибрация. Измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 1. Общие требования.
15. СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. Санитарные нормы. Москва 1997.
16. ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Общие требования безопасности. Переиздание. Август 2001.
17. ГОСТ 12.4.125-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства коллективной защиты работающих от воздействия механических факторов. Классификация. Переиздание. Ноябрь 2003.
18. Правила устройства электроустановок ПУЭ. УТВЕРЖДЕНЫ Приказом Минэнерго России от 08.07.2002 №204.
19. Правила эксплуатации электроустановок потребителей. – М. 1997.
20. ГОСТ 12.1.038-82 Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов (6 переиздание, январь 1996 г.) с Изменением № 1, утвержденным в декабре 1987 г. (ИУС № 4-88).
21. ГОСТ 12.2.007.0-75 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Изделия электротехнические. Общие требования безопасности (с Изменениями № 1, 2, 3, 4).
22. ГОСТ 12.2.007.3-75 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электротехнические устройства на напряжение свыше 1000 В. Требования безопасности (с Изменениями № 1-4).
23. ГОСТ 12.4.124-83. ССБТ. Средства защиты от статического электричества. 1984.

